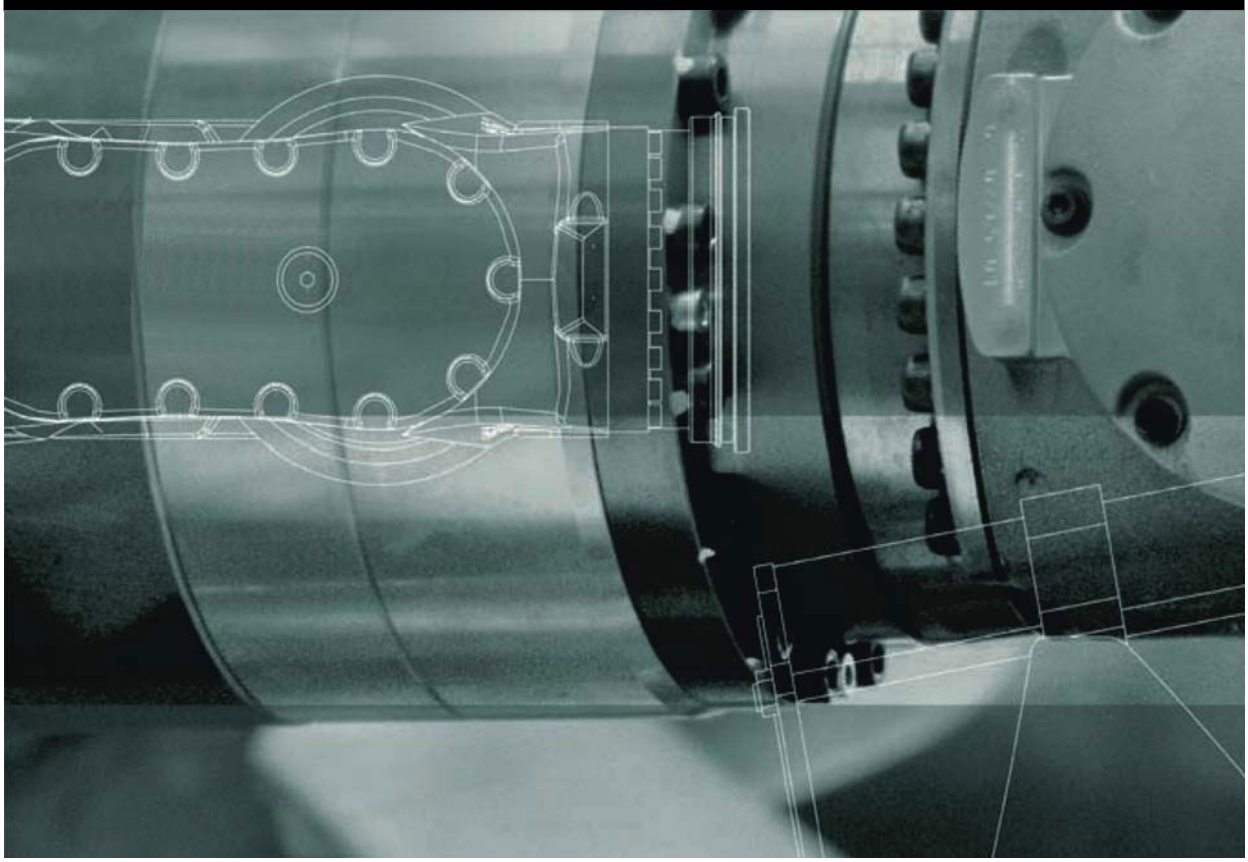
KUKA

Controller

KUKA Roboter GmbH

KR C4 compact

Spezifikation



Stand: 19.03.2014

Version: Spez KR C4 compact V5

© Copyright 2014

KUKA Roboter GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
Deutschland

Diese Dokumentation darf – auch auszugsweise – nur mit ausdrücklicher Genehmigung der KUKA Roboter GmbH vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden.

Es können weitere, in dieser Dokumentation nicht beschriebene Funktionen in der Steuerung lauffähig sein. Es besteht jedoch kein Anspruch auf diese Funktionen bei Neulieferung bzw. im Servicefall.

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden jedoch regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen sind in der nachfolgenden Auflage enthalten.

Technische Änderungen ohne Beeinflussung der Funktion vorbehalten.

Original-Dokumentation

KIM-PS5-DOC

Publikation:	Pub Spez KR C4 compact (PDF) de
Buchstruktur:	Spez KR C4 compact V5.1
Version:	Spez KR C4 compact V5

Inhaltsverzeichnis

1 Produktbeschreibung 7

1.1 Beschreibung des Industrieroboters 7
1.2 Übersicht der KR C4 compact Robotersteuerung 7
1.3 Steuerbox 8
1.3.1 Steuerungs-PC 8
1.3.2 Cabinet Control Unit Small Robot 9
1.3.3 Niederspannungs-Netzteil 10
1.3.4 Akkus 10
1.3.5 Netzfilter 10
1.4 Antriebsbox (Drive Configuration (DC)) 10
1.5 Beschreibung Schnittstellen 11
1.5.1 Steuerungs-PC Schnittstellen 12
1.5.1.1 Mainboard D3076-K PC-Schnittstellen 13
1.5.1.2 Mainboard D3236-K PC-Schnittstellen 14
1.6 Kühlung 15

2 Technische Daten 17

2.1 Abmessungen 18
2.2 Cabinet Interface Board Small Robot 19
2.3 Abmessungen smartPAD Halterung (Option) 20
2.4 Abmessungen Griffwinkel 21
2.5 Schilder 21

3 Sicherheit 23

3.1 Allgemein 23
3.1.1 Haftungshinweis 23
3.1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters 23
3.1.3 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung 24
3.1.4 Verwendete Begriffe 24
3.2 Personal 26
3.3 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich 27
3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen 27
3.5 Sicherheitsfunktionen 28
3.5.1 Übersicht der Sicherheitsfunktionen 28
3.5.2 Sicherheitssteuerung 29
3.5.3 Betriebsartenwahl 29
3.5.4 Signal "Bedienerschutz" 30
3.5.5 NOT-HALT-Einrichtung 30
3.5.6 Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung 31
3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung 31
3.5.8 Zustimmeinrichtung 31
3.5.9 Externe Zustimmeinrichtung 32
3.5.10 Externer sicherer Betriebshalt 32
3.5.11 Externer Sicherheitshalt 1 und externer Sicherheitshalt 2 32
3.5.12 Geschwindigkeitsüberwachung in T1 33
3.6 Zusätzliche Schutzausstattung 33
3.6.1 Tippbetrieb 33

3.6.2 Software-Endschalter 33
3.6.3 Mechanische Endanschläge 33
3.6.4 Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option) 34
3.6.5 Achsbereichsüberwachung (Option) 34
3.6.6 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie 34
3.6.7 Kennzeichnungen am Industrieroboter 35
3.6.8 Externe Schutzeinrichtungen 35
3.7 Übersicht Betriebsarten und Schutzfunktionen 36
3.8 Sicherheitsmaßnahmen 36
3.8.1 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen 36
3.8.2 Transport 37
3.8.3 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme 37
3.8.3.1 Prüfung Maschinendaten und Sicherheitskonfiguration 39
3.8.3.2 Inbetriebnahme-Modus 40
3.8.4 Manueller Betrieb 41
3.8.5 Simulation 42
3.8.6 Automatikbetrieb 42
3.8.7 Wartung und Instandsetzung 42
3.8.8 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung 44
3.8.9 Sicherheitsmaßnahmen für "Single Point of Control" 44
3.9 Angewandte Normen und Vorschriften 45

4 Planung 47

4.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 47
4.2 Aufstell- und Einbaubedingungen 47
4.3 Anschlussbedingungen 48
4.4 Netzanschluss 48
4.5 Sicherheits-Schnittstelle X11 49
4.5.1 Sicherheits-Schnittstelle X11 50
4.5.2 Schaltungsbeispiel NOT-HALT-Kreis und Schutzeinrichtung 54
4.5.3 Beschaltungsbeispiele für sichere Ein- und Ausgänge 55
4.6 Sicherheitsfunktionen über Ethernet-Sicherheitsschnittstelle 57
4.6.1 Zustimmungsschalter Prinzipschaltung 61
4.6.2 SafeOperation über Ethernet-Sicherheitsschnittstelle (Option) 62
4.6.3 KUKA Line Interface X66 65
4.7 Justage-Referenzierung 66
4.8 Schnittstelle EtherCAT X65 66
4.9 Service Interface X69 66
4.10 PE-Potentialausgleich 67
4.11 Performance Level 67
4.11.1 PFH-Werte der Sicherheitsfunktionen 67

5 Transport 69

5.1 Transport der Robotersteuerung 69

6 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme 71

6.1 Robotersteuerung aufstellen 71
6.2 Verbindungsleitungen anschließen 71
6.3 KUKA smartPAD anstecken 73

6.4 PE-Potenzialausgleich anschließen 73
6.5 Robotersteuerung an das Netz anschließen 73
6.6 Akku Entladeschutz aufheben 74
6.7 Stecker X11 konfigurieren und anstecken 74
6.8 Robotersteuerung einschalten 74
7 KUKA Service 77
7.1 Support-Anfrage 77
7.2 KUKA Customer Support 77
Index 85

1 Produktbeschreibung

1.1 Beschreibung des Industrieroboters

Der Industrieroboter besteht aus folgenden Komponenten:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät smartPAD
- Verbindungsleitungen
- Software
- Optionen, Zubehör

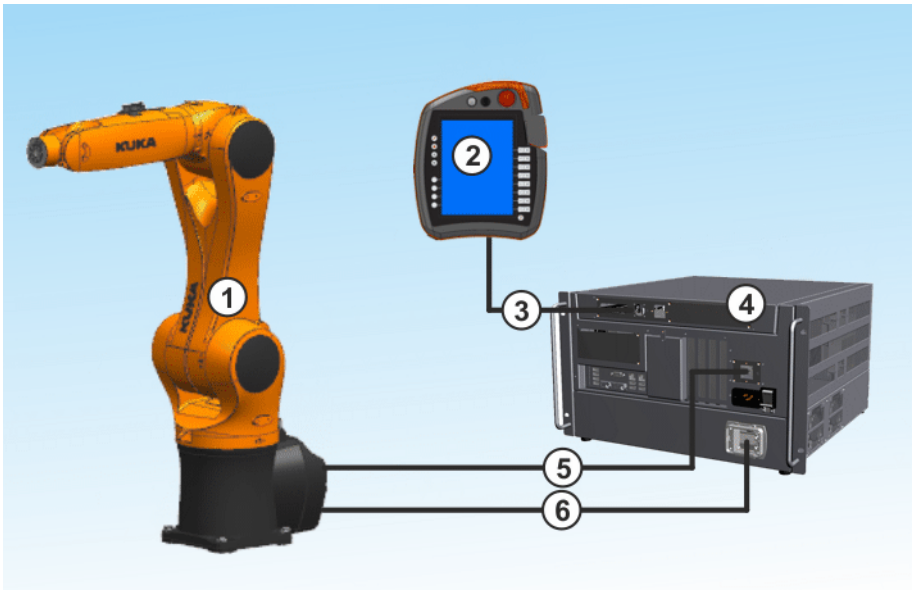


Abb. 1-1: Beispiel eines Industrieroboters

1	Manipulator
2	Programmierhandgerät
3	Verbindungsleitung/smartPAD
4	Robotersteuerung
5	Verbindungsleitung/Datenleitung
6	Verbindungsleitung/Motorleitung

1.2 Übersicht der KR C4 compact Robotersteuerung

Die Robotersteuerung wird zur Steuerung für folgende Systeme eingesetzt:

- KUKA Kleinroboter

Die Robotersteuerung besteht aus folgenden Komponenten:

- Steuerungs-PC
- Leistungsteil
- Sicherheitslogik
- Programmierhandgerät smardPAD
- Anschlussfeld

Die Robotersteuerung kann in ein 19" Rack eingebaut werden.

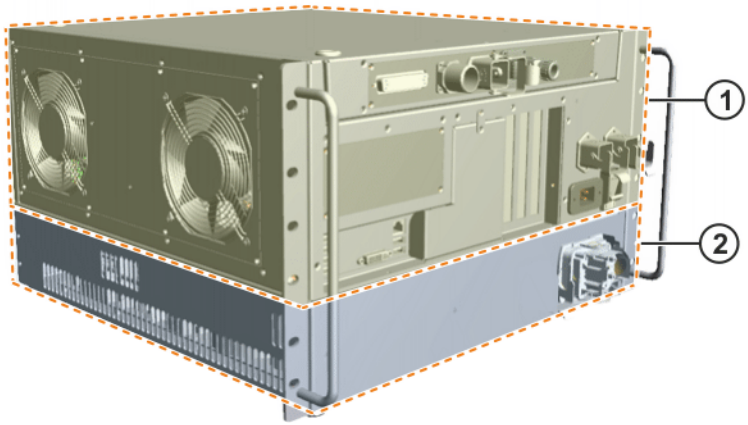


Abb. 1-2: Übersicht KR C4 compact

1	Steuerteil (Steuerbox)
2	Leistungsteil (Antriebsbox)

1.3 Steuerbox

Die Steuerbox besteht aus folgenden Komponenten:

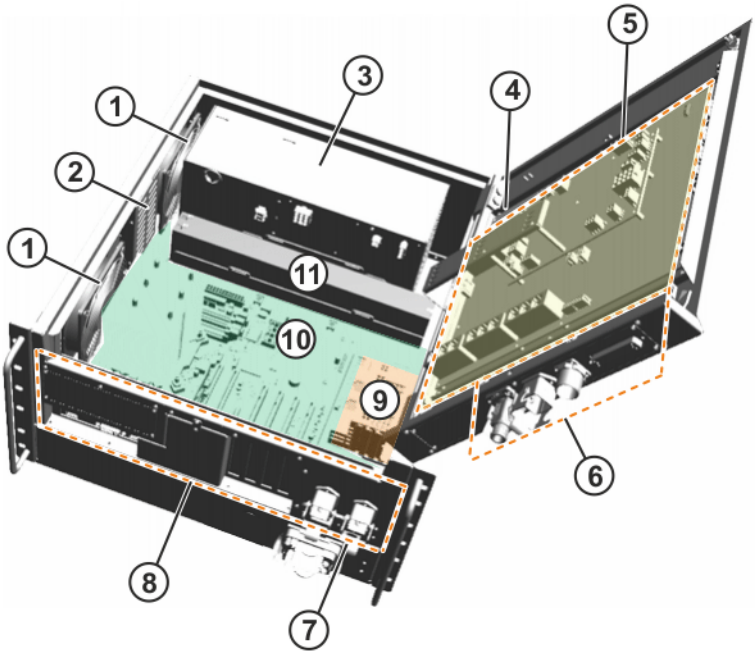


Abb. 1-3: Übersicht Steuerbox

1	Lüfter	7	Hauptschalter
2	Festplatte	8	Schnittstellen
3	Niederspannungs-Netzteil	9	Optionen
4	Speicherkarte (EDS)	10	Mainboard
5	Cabinet Control Unit Small Robot (CCU_SR)	11	Akkus
6	Schnittstellen im Deckel		

1.3.1 Steuerungs-PC

Komponenten Zum Steuerungs-PC (KPC) gehören folgende Komponenten:

- Mainboard
- Prozessor
- Kühlkörper
- Speichermodule
- Festplatte
- LAN-Dual-NIC Netzwerkkarte (nicht bei allen Mainboard Varianten vorhanden)
- Optionale Baugruppen, z. B. Feldbuskarten

Funktionen

Der Steuerungs-PC (KPC) übernimmt folgende Funktionen der Robotersteuerung:

- Bedienoberfläche
- Programmerstellung, -Korrektur, -Archivierung, -Pflege
- Ablaufsteuerung
- Bahnplanung
- Ansteuerung des Antriebskreises
- Überwachung
- Sicherheitstechnik
- Kommunikation mit externer Peripherie (andere Steuerungen, Leitrechner, PCs, Netzwerk)

1.3.2 Cabinet Control Unit Small Robot

Beschreibung

Die Cabinet Control Unit Small Robot (CCU_SR) ist die zentrale Stromverteilung und Kommunikationsschnittstelle für alle Komponenten der Robotersteuerung. Die CCU_SR besteht aus dem Cabinet Interface Board Small Robot (CIB_SR) und dem Power Management Board Small Robot (PMB_SR). Alle Daten werden über die interne Kommunikation an die Steuerung übergeben und dort weiterverarbeitet. Bei Ausfall der Netzspannung werden über Akkus die Steuerungskomponenten so lange mit Strom versorgt, bis die Positionsdaten gesichert sind und die Steuerung heruntergefahren ist. Durch einen Belastungstest wird der Ladungszustand und die Qualität der Akkus geprüft.

Die CCU_SR hat auch Erfassungs-, Steuer- und Schaltfunktionen. Die Ausgangssignale werden als galvanisch getrennte Ausgänge zur Verfügung gestellt.

Funktionen

- Kommunikations-Schnittstelle für die Komponenten der Robotersteuerung
- Sichere Aus- und Eingänge
  - Ansteuerung Schütz
  - 4 potenzialfreie Ausgänge
  - 9 sichere Eingänge
  - Bediengerät BHG gesteckt
  - Justage Referenzierung
- 6 schnelle Messeingänge für Kundenapplikationen
- Überwachung Netzteil Lüfter
- Temperaturerfassung:
  - Innentemperatur der Steuerbox
- Über den KUKA Controller Bus werden folgende Komponenten mit dem KPC verbunden:
  - Antriebsbox
  - Resolver Digital Converter

- Über den KUKA System Bus werden folgende Bedien- und Servicegeräte mit dem Steuerungs-PC verbunden:
  - KUKA Operator Panel Interface
- Diagnose LEDs
- Schnittstelle zur Electronic Date Storage

Stromversorgung gepuffert

- Antriebsbox
- KUKA smartPAD
- Steuerungs-PC Multicore
- Resolver Digital Converter (RDC)

Stromversorgung nicht gepuffert

- Motorbremsen
- Kundenschnittstelle

1.3.3 Niederspannungs-Netzteil

Beschreibung Das Niederspannungs-Netzteil versorgt die Komponenten der Robotersteuerung mit Spannung.

Eine grüne LED zeigt den Betriebszustand des Niederspannungs-Netzteils an.

1.3.4 Akkus

Beschreibung Die Robotersteuerung wird über die Akkus bei Netzausfall oder Stromabschaltung geregelt heruntergefahren. Die Akkus werden über die CCU geladen und der Ladezustand wird geprüft und angezeigt.

1.3.5 Netzfilter

Beschreibung Der Netzfilter (Entstörfilter) unterdrückt Störspannungen auf der Netzleitung.

1.4 Antriebsbox (Drive Configuration (DC))

Die Antriebsbox besteht aus folgenden Komponenten:

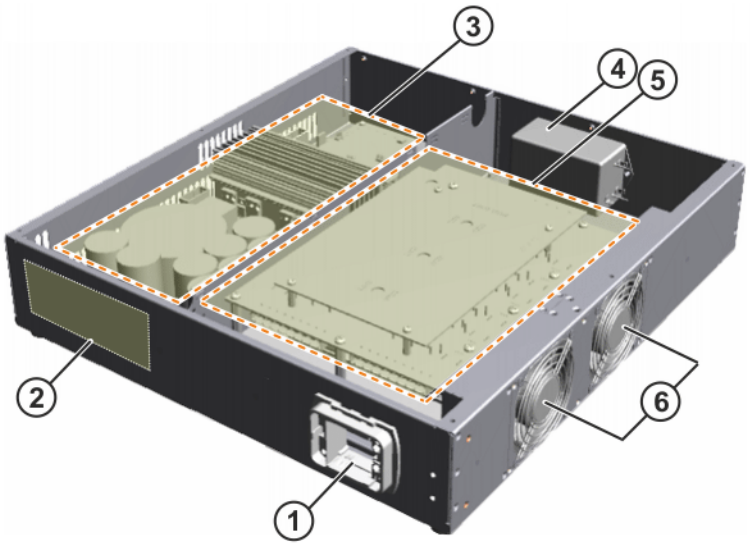


Abb. 1-4: Übersicht Antriebsbox

1	Motorstecker X20	4	Netzfilter
2	Bremswiderstand	5	KUKA Servo-Pack Small Robot (KSP_SR)
3	KUKA Power-Pack Small Robot (KPP_SR)	6	Lüfter

Funktionen

Die Antriebsbox übernimmt folgende Funktionen:

- Erzeugung der Zwischenkreisspannung
- Ansteuerung der Motore
- Ansteuerung der Bremsen
- Prüfen der Zwischenkreis-Spannung im Bremsbetrieb

1.5 Beschreibung Schnittstellen

Übersicht

Das Anschlussfeld der Robotersteuerung besteht standardmäßig aus Anschlüssen für folgende Leitungen:

- Netzanschlussleitung
- Motor-/Datenleitung
- smartPAD-Leitung
- Peripherieleitungen

Je nach Option und Kundenvariante ist das Anschlussfeld verschieden bestückt.

Hinweis

Folgende Sicherheitsschnittstellen können in der Robotersteuerung konfiguriert werden:

- Diskrete Sicherheitsschnittstelle X11
- Ethernet-Sicherheitsschnittstelle X66
  - PROFIsafe KLI oder
  - CIP Safety KLI

Die diskrete Sicherheitsschnittstelle X11 und die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle X66 können nicht zusammen angeschlossen und verwendet werden.
Es kann jeweils nur eine von den Sicherheitsschnittstellen verwendet werden.

Je nach Option und Kundenanforderung ist das Anschlussfeld verschieden bestückt. In dieser Dokumentation wird die Robotersteuerung mit maximaler Bestückung beschrieben.

Anschlussfeld

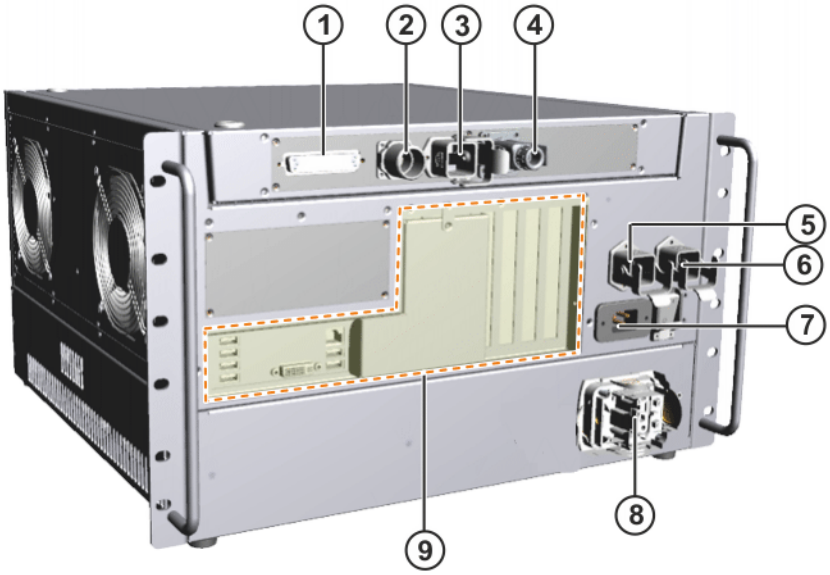


Abb. 1-5: KR C4 compact Schnittstellen

1 X11 Sicherheits-Schnittstelle (Option)
2 X19 smartPAD-Anschluss
3 X65 Extension Interface
4 X69 Service Interface
5 X21 Manipulator Schnittstelle
6 X66 Ethernet-Sicherheitsschnittstelle
7 X1 Netz-Anschluss
8 X20 Motorstecker
9 Steuerungs-PC Schnittstellen

Es kann nur die Sicherheitsschnittstelle X11 oder die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle X66 (PROFIsafe/CIP Safety) konfiguriert werden.

Alle Schütz-, Relais- und Ventilspulen, die kundenseitig mit der Robotersteuerung in Verbindung stehen, müssen mit geeigneten Löschdioden bestückt sein. RC-Glieder und VCR-Widerstände sind nicht geeignet.

Die KUKA Roboter GmbH hat das Mainboard optimal bestückt, getestet und ausgeliefert. Für eine nicht von der KUKA Roboter GmbH vorgenommene Änderung der Bestückung wird keine Garantie übernommen.

1.5.1 Steuerungs-PC Schnittstellen

Mainboards

Es können folgende Mainboard Varianten im Steuerungs-PC verbaut sein:

- D3076-K
- D3236-K

1.5.1.1 Mainboard D3076-K PC-Schnittstellen

Übersicht

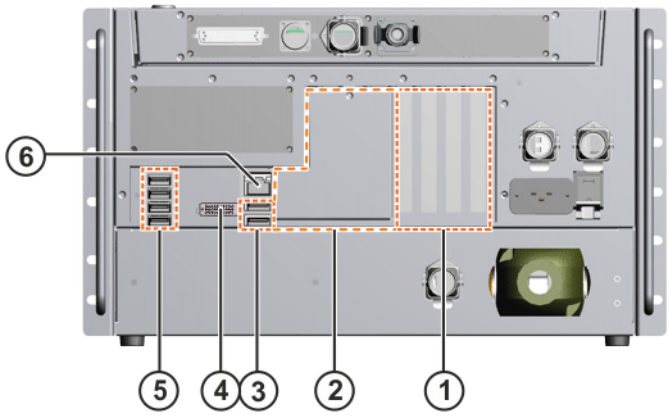


Abb. 1-6: Schnittstellen Mainboard D3076-K

1 Feldbuskarten Steckplätze 1 bis 4
2 Abdeckung Feldbuskarten
3 2 USB 2.0 Ports
4 DVI-I
5 4 USB 2.0 Ports
6 LAN Onboard KUKA Option Network Interface

Die KUKA Roboter GmbH hat das Mainboard optimal bestückt, getestet und ausgeliefert. Für eine nicht von der KUKA Roboter GmbH vorgenommene Änderung der Bestückung wird keine Garantie übernommen.

Steckplatzzuordnung

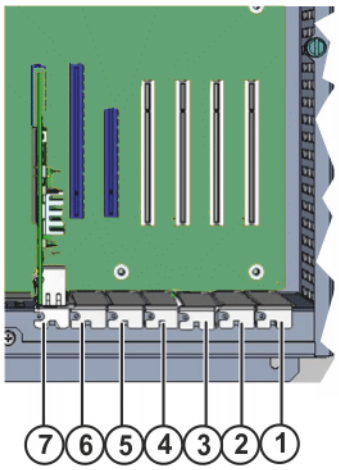


Abb. 1-7: Mainboard Steckplatzzuordnung

Die PC-Steckplätze können mit folgenden Steckkarten belegt werden:

Steckplatz	Typ	Steckkarte
1	PCI	Feldbus
2	PCI	Feldbus
3	PCI	Feldbus
4	PCI	Feldbus
5	PCIe	nicht verfügbar
6	PCIe	nicht verfügbar
7	PCIe	LAN-Dual-NIC Netzwerkkarte

1.5.1.2 Mainboard D3236-K PC-Schnittstellen

Übersicht

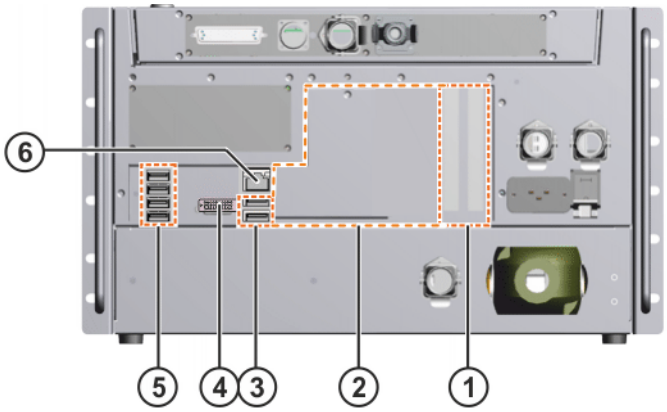


Abb. 1-8: Schnittstellen Mainboard D3236-K

1 Feldbuskarten Steckplätze 1 bis 2
2 Abdeckung Feldbuskarten
3 2 USB 3.0 Ports
4 DVI-I
5 4 USB 2.0 Ports
6 LAN Onboard KUKA Option Network Interface

Die KUKA Roboter GmbH hat das Mainboard optimal bestückt, getestet und ausgeliefert. Für eine nicht von der KUKA Roboter GmbH vorgenommene Änderung der Bestückung wird keine Garantie übernommen.

Steckplatzzuordnung

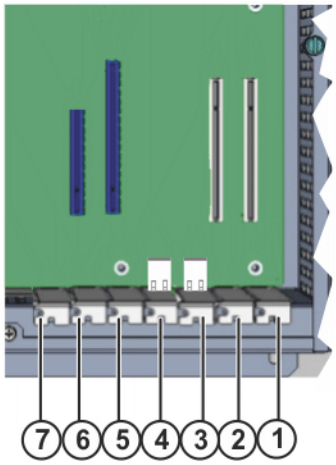


Abb. 1-9: Mainboard Steckplatzzuordnung

Die PC-Steckplätze können mit folgenden Steckkarten belegt werden:

Steckplatz	Typ	Steckkarte
1	PCI	Feldbus
2	PCI	Feldbus
3	-	nicht verfügbar
4	-	nicht verfügbar
5	PCIe	nicht verfügbar
6	PCIe	nicht verfügbar
7	-	nicht verfügbar

1.6 Kühlung

Beschreibung

Die Kühlung der Steuer- und Leistungselektronik wird über 2 Lüfter mit der Außenluft gekühlt.

HINWEIS Vorgeschaltete Filtermatten an den Lüftungsschlitzen führen zu erhöhter Erwärmung und damit zu einer Lebensdauer-Reduzierung der eingebauten Geräte.

Kühlkreislauf Steuerbox

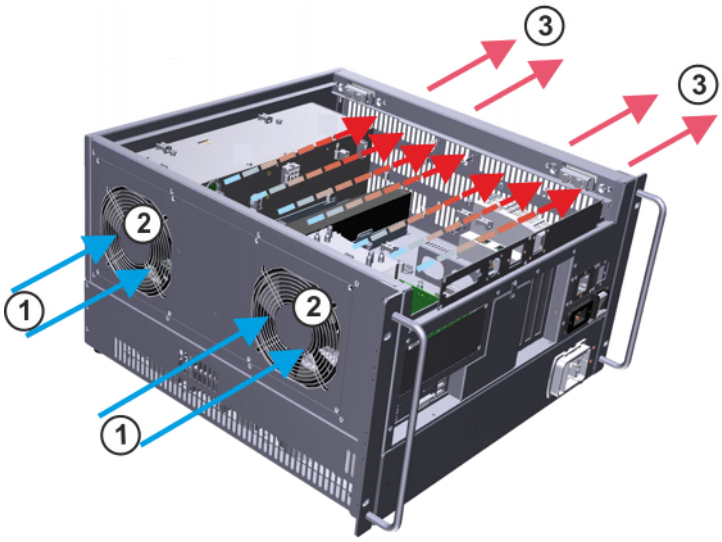


Abb. 1-10: Kühlkreislauf Steuerbox

1	Lufteintritt	3	Luftaustritt
2	Lüfter		

Kühlkreislauf Antriebsbox

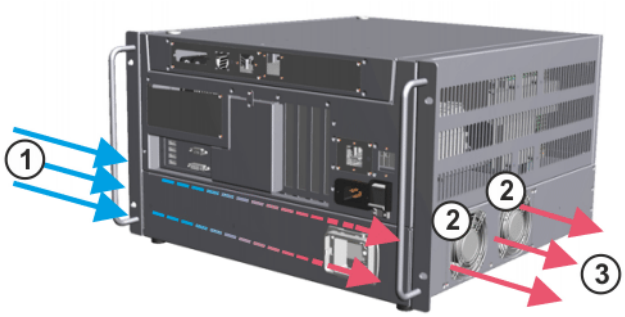


Abb. 1-11: Kühlkreislauf Antriebsbox

1	Lufteintritt	3	Luftaustritt
2	Lüfter		

2 Technische Daten

Grunddaten

Schranktyp	19" Gehäuse
Farbe	RAL 7016
Anzahl der Achsen	max. 6
Gewicht	33 kg
Schutzart	IP 20
Schallpegel nach DIN 45635-1	Im Mittel 54 dB (A)

Netzanschluss

Die Robotersteuerung darf nur an ein Netz mit geerdetem Sternpunkt angeschlossen werden.

Nennanschlussspannung	AC 200 V - 230 V, einphasig, zweiphasig (mit geerdetem Sternpunkt (möglichst symetrisch) zwischen den verwendeten Phasen
Zulässige Toleranz der Nennanschlussspannung	Nennanschlussspannung ± 10 %
Netzfrequenz	50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1Hz
Nenneingangsleistung	2 kVA, siehe Typenschild
Wärmeverlustleistung	max. 400 W
Absicherung netzseitig	2x 16 A träge (1 (2)x Phase; 1x Neutralleiter (optional))
Potenzialausgleich	Für die Potenzialausgleichs-Leitungen und alle Schutzleiter ist der gemeinsame Sternpunkt die Bezugsschiene des Leistungsteils

Klimatische Bedingungen

Umgebungstemperatur bei Betrieb	+5 ... 45 °C (278 ... 318 K)
Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport mit Akkus	-25 ... +40 °C (248 ... 313 K)
Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport ohne Akkus	-25 ... +70 °C (248 ... 343 K)
Temperaturänderung	max. 1,1 K/min
Feuchteklasse	3k3 nach DIN EN 60721-3-3; 1995
Aufstellhöhe	■ bis 1000 m üNN ohne Leistungsreduzierung ■ 1000 m … 4000 m üNN mit Leistungsreduzierung 5 %/1000 m

HINWEIS Um eine Tiefentladung und eine Zerstörung der Akkus zu vermeiden, müssen die Akkus in Abhängigkeit von der Lagertemperatur regelmäßig aufgeladen werden.
Bei einer Lagertemperatur von +20 °C oder weniger müssen die Akkus alle 9 Monate aufgeladen werden.
Bei einer Lagertemperatur von +20 °C bis +30 °C müssen die Akkus alle 6 Monate aufgeladen werden.
Bei einer Lagertemperatur von +30 °C bis +40 °C müssen die Akkus alle 3 Monate aufgeladen werden.

Rüttelfestigkeit

Belastungsart	Beim Transport	Im Dauerbetrieb
Beschleunigungseffektivwert (Dauerschwingung)	0,37 g	0,1 g
Frequenzbereich (Dauerschwingung)	4...120 Hz	
Beschleunigung (Schock in X/Y/Z-Richtung)	10 g	2,5 g
Kurvenform Dauer (Schock in X/Y/Z-Richtung)	Halbsinus/11 ms	

Sind höhere mechanische Belastungen zu erwarten, muss die Steuerung auf schwingungsdämpfende Komponenten gesetzt werden.

Steuerteil

Versorgungsspannung	DC 27,1 V ± 0,1 V

Steuerungs-PC

Hauptprozessor	siehe Stand der Auslieferung
DIMM-Speichermodule	siehe Stand der Auslieferung (min. 2GB)
Festplatte	siehe Stand der Auslieferung

KUKA smartPAD

Versorgungsspannung	DC 20…27,1 V
Abmessungen (BxHxT)	ca. 33x26x8 cm ^{3}
Display	Berührungsempfindliches Farb-Display 600x800 Punkte
Display Größe	8,4 "
Schnittstellen	USB
Gewicht	1,1 kg
Schutzart (ohne USB-Stick und USB-Anschluss mit Verschlussstopfen verschlossen)	IP 54

Leitungslängen

Leitungsbezeichnungen, Leitungslängen (Standard) sowie Sonderlängen sind der Betriebsanleitung oder Montageanleitung des Manipulators und/oder der Montage- und Betriebsanleitung KR C4 externe Verkabelung für Robotersteuerungen zu entnehmen.

Bei Verwendung von smartPAD-Kabelverlängerungen dürfen nur zwei Verlängerungen eingesetzt werden. Die Gesamt-Kabellänge von 50 m darf nicht überschritten werden.

Die Differenz der Leitungslängen zwischen den einzelnen Kanälen der RDC-Box darf maximal 10 m betragen.

2.1 Abmessungen

Das Bild (>>> Abb. 2-1) zeigt die Abmessungen der Robotersteuerung.

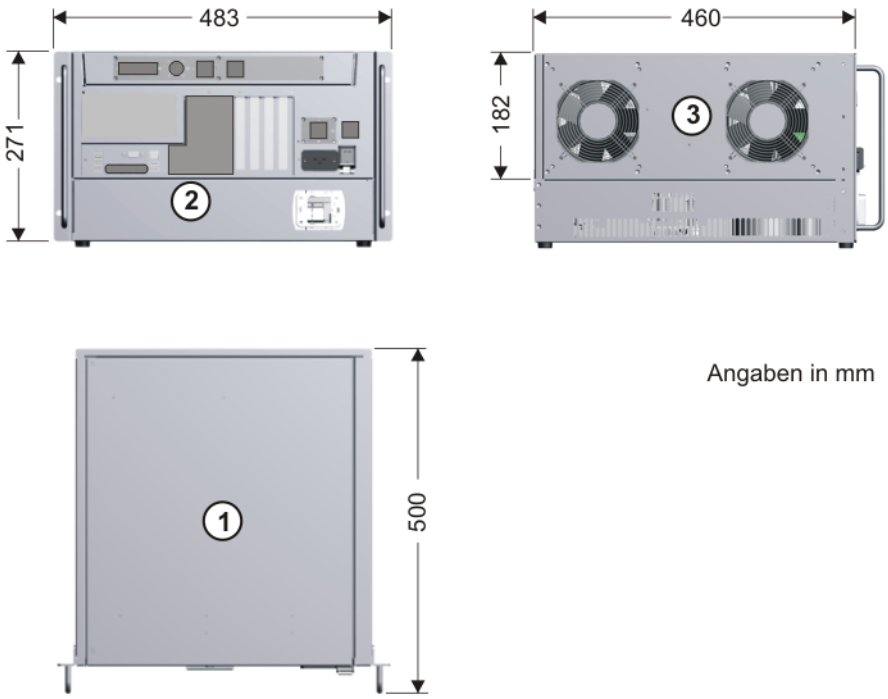


Abb. 2-1: Abmessungen

1 Draufsicht
2 Frontansicht
3 Seitenansicht

2.2 Cabinet Interface Board Small Robot

CIB_SR Ausgänge

Betriebssspannung Last-kontakte	≤ 30 V
Strom über Lastkontakt	min. 10 mA < 750 mA
Leitungslängen (Anschluss von Aktoren)	< 50 m Leitungslänge < 100 m Drahtlänge (Hin- und Rückleitung)
Leitungsquerschnitt (Anschluss von Aktoren)	≥ 1 mm^2
Schaltspiele CIB_SR	Gebrauchsdauer 20 Jahre < 100.000 (entspricht 13 Schaltspielen pro Tag)

Nach Ablauf der Schaltspiele muss die Baugruppe gewechselt werden.

CIB_SR Eingänge

Schaltpegel der Eingänge	Der Zustand für die Eingänge ist für den Spannungsbereich von 5V ... 11V (Übergangsbereich) nicht definiert. Es wird entweder der Ein- oder Auszustand eingenommen. Auszustand für den Spannungsbereich von -3 V… 5 V (Ausbereich) Einzustand für den Spannungsbereich von 11 V… 30 V (Einbereich)
Laststrom bei Versorgungsspannung 24 V	> 10 mA
Laststrom bei Versorgungsspannung 18 V	> 6,5 mA
Max. Laststrom	< 15 mA
Leitungslänge Anschlussklemme-Sensor	< 50 m oder < 100 m Drahtlänge (Hin- und Rückleitung)
Leitungsquerschnitt Verbindung Testausgang-Eingang	> 0,5 mm^2
Kapazitive Last für die Testausgänge je Kanal	< 200 nF
Ohmsche Last für die Testausgänge je Kanal	< 33 Ω

Die Testausgänge A und B sind dauerkurzschlußfest.
Die angegebenen Ströme fließen über das am Eingang angeschlossene Kontaktelement. Dieses muss für den Maximalstrom von 15 mA ausgelegt sein.

2.3 Abmessungen smartPAD Halterung (Option)

Das Bild (>>> Abb. 2-2) zeigt die Abmessungen und die Bohrungsmaße für die Befestigung am Schutzzaun.

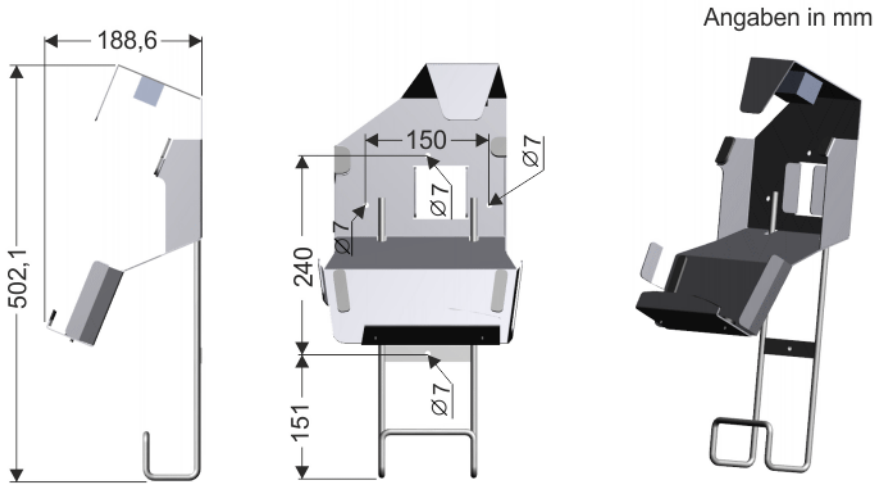


Abb. 2-2: Abmessungen und Bohrungsmaße smartPAD Halterung

2.4 Abmessungen Griffwinkel

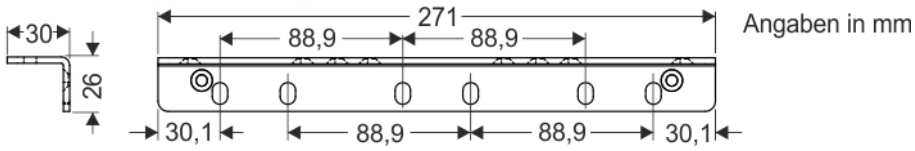


Abb. 2-3: Abmessungen Griffwinkel

2.5 Schilder

Übersicht Folgende Schilder sind an der Robotersteuerung angebracht:

Bezeichnungen

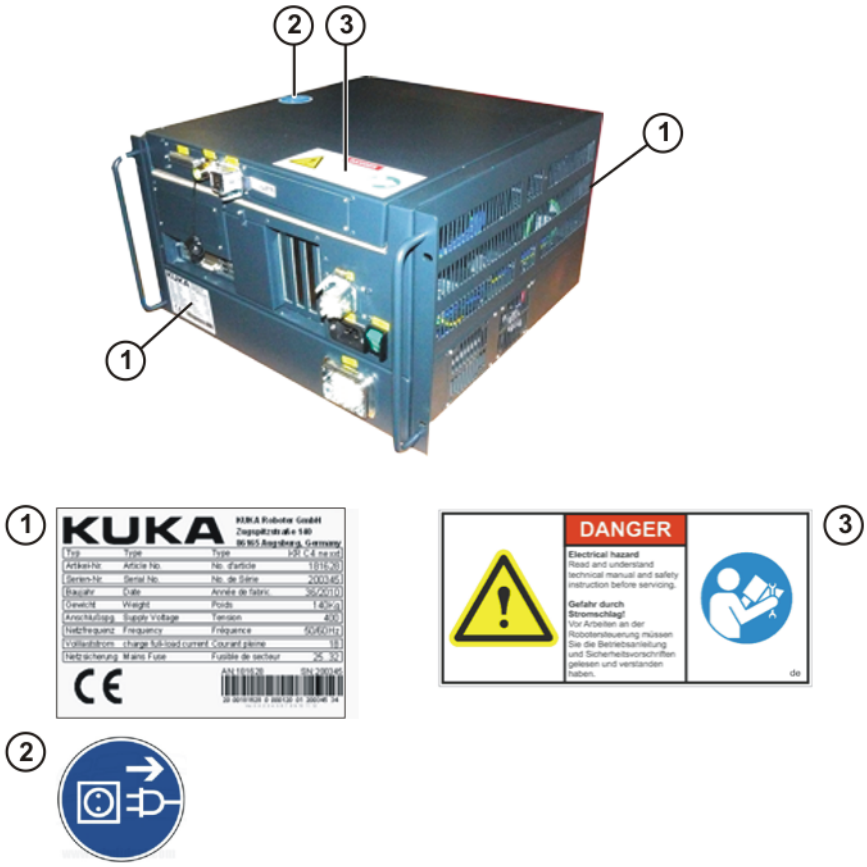


Abb. 2-4: Schilder

Schild Nr.	Bezeichnung
1	Typenschild Robotersteuerung
2	Hinweis: Vor Öffnen des Gehäuses, Netzstecker ziehen.
3	Warnung: Handbuch lesen

Die Beschilderung kann, je nach Schranktyp oder wegen Aktualisierung von den dargestellten Bildern geringfügig abweichen.

3 Sicherheit

3.1 Allgemein

3.1.1 Haftungshinweis

Das im vorliegenden Dokument beschriebene Gerät ist entweder ein Industrieroboter oder eine Komponente davon.

Komponenten des Industrieroboters:

- Manipulator
- Robotersteuerung
- Programmierhandgerät
- Verbindungsleitungen
- Zusatzachsen (optional)
  z. B. Lineareinheit, Drehkipptisch, Positionierer
- Software
- Optionen, Zubehör

Der Industrieroboter ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei Fehlanwendung Gefahren für Leib und Leben und Beeinträchtigungen des Industrieroboters und anderer Sachwerte entstehen.

Der Industrieroboter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst benutzt werden. Die Benutzung muss unter Beachtung des vorliegenden Dokuments und der dem Industrieroboter bei Lieferung beigefügten Einbauerklärung erfolgen. Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, müssen umgehend beseitigt werden.

Sicherheitsinformation

Angaben zur Sicherheit können nicht gegen die KUKA Roboter GmbH ausgelegt werden. Auch wenn alle Sicherheitshinweise befolgt werden, ist nicht gewährleistet, dass der Industrieroboter keine Verletzungen oder Schäden verursacht.

Ohne Genehmigung der KUKA Roboter GmbH dürfen keine Veränderungen am Industrieroboter durchgeführt werden. Es können zusätzliche Komponenten (Werkzeuge, Software etc.), die nicht zum Lieferumfang der KUKA Roboter GmbH gehören, in den Industrieroboter integriert werden. Wenn durch diese Komponenten Schäden am Industrieroboter oder anderen Sachwerten entstehen, haftet dafür der Betreiber.

Ergänzend zum Sicherheitskapitel sind in dieser Dokumentation weitere Sicherheitshinweise enthalten. Diese müssen ebenfalls beachtet werden.

3.1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung des Industrieroboters

Der Industrieroboter ist ausschließlich für die in der Betriebsanleitung oder der Montageanleitung im Kapitel "Zweckbestimmung" genannte Verwendung bestimmt.

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Für Schäden, die aus einer Fehlanwendung resultieren, haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Industrieroboters gehört auch die Beachtung der Betriebs- und Montageanleitungen der einzelnen Komponenten und besonders die Befolgung der Wartungsvorschriften.

Fehlanwendung

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Dazu zählen z. B.:

- Transport von Menschen und Tieren
- Benutzung als Aufstiegshilfen
- Einsatz außerhalb der spezifizierten Betriebsgrenzen
- Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung
- Einsatz ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen
- Einsatz im Freien
- Einsatz unter Tage

3.1.3 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung

Der Industrieroboter ist eine unvollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtline. Der Industrieroboter darf nur unter den folgenden Voraussetzungen in Betrieb genommen werden:

- Der Industrieroboter ist in eine Anlage integriert.

  Oder: Der Industrieroboter bildet mit anderen Maschinen eine Anlage.

  Oder: Am Industrieroboter wurden alle Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen ergänzt, die für eine vollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie notwendig sind.
- Die Anlage entspricht der EG-Maschinenrichtlinie. Dies wurde durch ein Konformitäts-Bewertungsverfahren festgestellt.

Konformitätserklärung

Der Systemintegrator muss eine Konformitätserklärung gemäß der Maschinenrichtline für die gesamte Anlage erstellen. Die Konformitätserklärung ist Grundlage für die CE-Kennzeichnung der Anlage. Der Industrieroboter darf nur nach landesspezifischen Gesetzen, Vorschriften und Normen betrieben werden.

Die Robotersteuerung besitzt eine CE-Zertifizierung gemäß der EMV-Richtlinie und der Niederspannungsrichtlinie.

Einbauerklärung

Der Industrieroboter als unvollständige Maschine wird mit einer Einbauerklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgeliefert. Bestandteile der Einbauerklärung sind eine Liste mit den eingehaltenen grundlegenden Anforderungen nach Anhang I und die Montageanleitung.

Mit der Einbauerklärung wird erklärt, dass die Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine solange unzulässig bleibt, bis die unvollständige Maschine in eine Maschine eingebaut, oder mit anderen Teilen zu einer Maschine zusammengebaut wurde, diese den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht und die EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II A vorliegt.

3.1.4 Verwendete Begriffe

STOP 0, STOP 1 und STOP 2 sind die Stopp-Definitionen nach EN 60204-1:2006.

Begriff	Beschreibung
Achsbereich	Bereich jeder Achse in Grad oder Millimeter, in dem sie sich bewegen darf. Der Achsbereich muss für jede Achse definiert werden.
Anhalteweg	Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg Der Anhalteweg ist Teil des Gefahrenbereichs.
Arbeitsbereich	Bereich, in dem sich der Manipulator bewegen darf. Der Arbeitsbereich ergibt sich aus den einzelnen Achsbereichen.

Begriff	Beschreibung
Betreiber	Der Betreiber eines Industrieroboters kann der Unternehmer, Arbeitgeber oder die delegierte Person sein, die für die Benutzung des Industrieroboters verantwortlich ist.
Gefahrenbereich	Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators und der Zusatzachsen (optional).
Gebrauchsdauer	Die Gebrauchsdauer eines sicherheitsrelevanten Bauteils beginnt ab dem Zeitpunkt der Lieferung des Teils an den Kunden. Die Gebrauchsdauer wird nicht beeinflusst davon, ob das Teil betrieben wird oder nicht, da sicherheitsrelevante Bauteile auch während der Lagerung altern.
KUKA smartPAD	Siehe "smartPAD"
Manipulator	Die Robotermechanik und die zugehörige Elektroinstallation
Schutzbereich	Der Schutzbereich befindet sich außerhalb des Gefahrenbereichs.
Sicherer Betriebshalt	Der sichere Betriebshalt ist eine Stillstandsüberwachung. Er stoppt die Roboterbewegung nicht, sondern überwacht, ob die Roboterachsen still stehen. Wenn diese während des sicheren Betriebshalts bewegt werden, löst dies einen Sicherheitshalt STOP 0 aus. Der sichere Betriebshalt kann auch extern ausgelöst werden. Wenn ein sicherer Betriebshalt ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus. Der Ausgang wird auch dann gesetzt, wenn zum Zeitpunkt des Auslösens nicht alle Achsen stillstanden und somit ein Sicherheitshalt STOP 0 ausgelöst wird.
Sicherheitshalt STOP 0	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und durchgeführt wird. Die Sicherheitssteuerung schaltet sofort die Antriebe und die Spannungsversorgung der Bremsen ab. **Hinweis:** Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 0 bezeichnet.
Sicherheitshalt STOP 1	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und überwacht wird. Der Bremsvorgang wird vom nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung durchgeführt und von der Sicherheitssteuerung überwacht. Sobald der Manipulator stillsteht, schaltet die Sicherheitssteuerung die Antriebe und die Spannungsversorgung der Bremsen ab. Wenn ein Sicherheitshalt STOP 1 ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus. Der Sicherheitshalt STOP 1 kann auch extern ausgelöst werden. **Hinweis:** Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 1 bezeichnet.
Sicherheitshalt STOP 2	Ein Stopp, der von der Sicherheitssteuerung ausgelöst und überwacht wird. Der Bremsvorgang wird vom nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung durchgeführt und von der Sicherheitssteuerung überwacht. Die Antriebe bleiben eingeschaltet und die Bremsen geöffnet. Sobald der Manipulator stillsteht, wird ein sicherer Betriebshalt ausgelöst. Wenn ein Sicherheitshalt STOP 2 ausgelöst wird, setzt die Robotersteuerung einen Ausgang zum Feldbus. Der Sicherheitshalt STOP 2 kann auch extern ausgelöst werden. **Hinweis:** Dieser Stopp wird im Dokument als Sicherheitshalt 2 bezeichnet.
Sicherheitsoptionen	Überbegriff für Optionen, die es ermöglichen, zu den Standard-Sicherheitsfunktionen zusätzliche sichere Überwachungen zu konfigurieren. Beispiel: SafeOperation

Begriff	Beschreibung
smartPAD	Programmierhandgerät für die KR C4 Das smartPAD hat alle Bedien- und Anzeigemöglichkeiten, die für die Bedienung und Programmierung des Industrieroboters benötigt werden.
Stopp-Kategorie 0	Die Antriebe werden sofort abgeschaltet und die Bremsen fallen ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahnnah. **Hinweis:** Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 0 bezeichnet.
Stopp-Kategorie 1	Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen bahntreu. ■ Betriebsart T1: Die Antriebe werden abgeschaltet, sobald der Roboter steht, spätestens jedoch nach 680 ms. ■ Betriebsarten T2, AUT, AUT EXT: Die Antriebe werden nach 1,5 s abgeschaltet. **Hinweis:** Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 1 bezeichnet.
Stopp-Kategorie 2	Die Antriebe werden nicht abgeschaltet und die Bremsen fallen nicht ein. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) bremsen mit einer bahntreuen Bremsrampe. **Hinweis:** Diese Stopp-Kategorie wird im Dokument als STOP 2 bezeichnet.
Systemintegrator (Anlagenintegrator)	Der Systemintegrator ist dafür verantwortlich, den Industrieroboter sicherheitsgerecht in eine Anlage zu integrieren und in Betrieb zu nehmen
T1	Test-Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (<= 250 mm/s)
T2	Test-Betriebsart Manuell Hohe Geschwindigkeit (> 250 mm/s zulässig)
Zusatzachse	Bewegungsachse, die nicht zum Manipulator gehört, aber mit der Robotersteuerung angesteuert wird. Z. B. KUKA Lineareinheit, Drehkipptisch, Posiflex

3.2 Personal

Folgende Personen oder Personengruppen werden für den Industrieroboter definiert:

- Betreiber
- Personal

Alle Personen, die am Industrieroboter arbeiten, müssen die Dokumentation mit dem Sicherheitskapitel des Industrieroboters gelesen und verstanden haben.

Betreiber

Der Betreiber muss die arbeitsschutzrechtlichen Vorschriften beachten. Dazu gehört z. B.:

- Der Betreiber muss seinen Überwachungspflichten nachkommen.
- Der Betreiber muss in festgelegten Abständen Unterweisungen durchführen.

Personal

Das Personal muss vor Arbeitsbeginn über Art und Umfang der Arbeiten sowie über mögliche Gefahren belehrt werden. Die Belehrungen sind regelmäßig durchzuführen. Die Belehrungen sind außerdem jedes Mal nach besonderen Vorfällen oder nach technischen Änderungen durchzuführen.

Zum Personal zählen:

- der Systemintegrator

- die Anwender, unterteilt in:
  - Inbetriebnahme-, Wartungs- und Servicepersonal
  - Bediener
  - Reinigungspersonal

Aufstellung, Austausch, Einstellung, Bedienung, Wartung und Instandsetzung dürfen nur nach Vorschrift der Betriebs- oder Montageanleitung der jeweiligen Komponente des Industrieroboters und von hierfür speziell ausgebildetem Personal durchgeführt werden.

Systemintegrator

Der Industrieroboter ist durch den Systemintegrator sicherheitsgerecht in eine Anlage zu integrieren.

Der Systemintegrator ist für folgende Aufgaben verantwortlich:

- Aufstellen des Industrieroboters
- Anschluss des Industrieroboters
- Durchführen der Risikobeurteilung
- Einsatz der notwendigen Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen
- Ausstellen der Konformitätserklärung
- Anbringen des CE-Zeichens
- Erstellung der Betriebsanleitung für die Anlage

Anwender

Der Anwender muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Der Anwender muss für die auszuführenden Arbeiten geschult sein.
- Tätigkeiten am Industrieroboter darf nur qualifiziertes Personal durchführen. Dies sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie aufgrund ihrer Kenntnis der einschlägigen Normen die auszuführenden Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können.

Arbeiten an der Elektrik und Mechanik des Industrieroboters dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden.

3.3 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich

Arbeitsbereiche müssen auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt werden. Ein Arbeitsbereich ist mit Schutzeinrichtungen abzusichern.

Die Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztüre) müssen sich im Schutzbereich befinden. Bei einem Stopp bremsen Manipulator und Zusatzachsen (optional) und kommen im Gefahrenbereich zu stehen.

Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators und der Zusatzachsen (optional). Sie sind durch trennende Schutzeinrichtungen zu sichern, um eine Gefährdung von Personen oder Sachen auszuschließen.

3.4 Auslöser für Stopp-Reaktionen

Stopp-Reaktionen des Industrieroboters werden aufgrund von Bedienhandlungen oder als Reaktion auf Überwachungen und Fehlermeldungen ausgeführt. Die folgende Tabelle zeigt die Stopp-Reaktionen in Abhängigkeit von der eingestellten Betriebsart.

Auslöser	T1, T2	AUT, AUT EXT
Start-Taste loslassen	STOP 2	-
STOP-Taste drücken	STOP 2	
Antriebe AUS	STOP 1	
Eingang "Fahrfreigabe" fällt weg	STOP 2	
Spannung über Hauptschalter abschalten oder Spannungsausfall	STOP 0	
Interner Fehler im nicht-sicherheitsgerichteten Teil der Robotersteuerung	STOP 0 oder STOP 1 (abhängig von der Fehlerursache)	
Betriebsart wechseln während Betrieb	Sicherheitshalt 2	
Schutztür öffnen (Bedienerschutz)	-	Sicherheitshalt 1
Zustimmung lösen	Sicherheitshalt 2	-
Zustimmung durchdrücken oder Fehler	Sicherheitshalt 1	-
NOT-HALT betätigen	Sicherheitshalt 1	
Fehler in Sicherheitssteuerung oder Peripherie der Sicherheitssteuerung	Sicherheitshalt 0	

3.5 Sicherheitsfunktionen

3.5.1 Übersicht der Sicherheitsfunktionen

Folgende Sicherheitsfunktionen sind am Industrieroboter vorhanden:

- Betriebsartenwahl
- Bedienerschutz (= Anschluss für die Verriegelung von trennenden Schutzeinrichtungen)
- NOT-HALT-Einrichtung
- Zustimmeinrichtung
- Externer sicherer Betriebshalt
- Externer Sicherheitshalt 1 (nicht bei der Steuerungsvariante "KR C4 compact")
- Externer Sicherheitshalt 2
- Geschwindigkeitsüberwachung in T1

Die Sicherheitsfunktionen des Industrieroboters erfüllen folgende Anforderungen:

- **Kategorie 3** und **Performance Level d** nach EN ISO 13849-1:2008

Die Anforderungen werden jedoch nur unter folgender Voraussetzung erfüllt:

- Die NOT-HALT-Einrichtung wird mindestens alle 6 Monate betätigt.

An den Sicherheitsfunktionen sind folgende Komponenten beteiligt:

- Sicherheitssteuerung im Steuerungs-PC
- KUKA smartPAD
- Cabinet Control Unit (CCU)
- Resolver Digital Converter (RDC)
- KUKA Power Pack (KPP)

- KUKA Servo Pack (KSP)
- Safety Interface Board (SIB) (falls verwendet)

Zusätzlich gibt es Schnittstellen zu Komponenten außerhalb des Industrieroboters und zu anderen Robotersteuerungen.

GEFAHR Der Industrieroboter kann ohne funktionsfähige Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen Personen- oder Sachschaden verursachen. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, darf der Industrieroboter nicht betrieben werden.

Während der Anlagenplanung müssen zusätzlich die Sicherheitsfunktionen der Gesamtanlage geplant und ausgelegt werden. Der Industrieroboter ist in dieses Sicherheitssystem der Gesamtanlage zu integrieren.

3.5.2 Sicherheitssteuerung

Die Sicherheitssteuerung ist eine Einheit innerhalb des Steuerungs-PCs. Sie verknüpft sicherheitsrelevante Signale sowie sicherheitsrelevante Überwachungen.

Aufgaben der Sicherheitssteuerung:

- Antriebe ausschalten, Bremsen einfallen lassen
- Überwachung der Bremsrampe
- Überwachung des Stillstands (nach dem Stopp)
- Geschwindigkeitsüberwachung in T1
- Auswertung sicherheitsrelevanter Signale
- Setzen von sicherheitsgerichteten Ausgängen

3.5.3 Betriebsartenwahl

Der Industrieroboter kann in folgenden Betriebsarten betrieben werden:

- Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)
- Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2)
- Automatik (AUT)
- Automatik Extern (AUT EXT)

Die Betriebsart nicht wechseln, während ein Programm abgearbeitet wird. Wenn die Betriebsart gewechselt wird, während ein Programm abgearbeitet wird, stoppt der Industrieroboter mit einem Sicherheitshalt 2.

Betriebsart	Verwendung	Geschwindigkeiten
T1	Für Testbetrieb, Programmierung und Teachen	■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit, maximal 250 mm/s ■ Handbetrieb: Handverfahrgeschwindigkeit, maximal 250 mm/s
T2	Für Testbetrieb	■ Programmverifikation: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich

Betriebs-art	Verwendung	Geschwindigkeiten
AUT	Für Industrieroboter ohne übergeordnete Steuerung	■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich
AUT EXT	Für Industrieroboter mit einer übergeordneten Steuerung, z. B. SPS	■ Programmbetrieb: Programmierte Geschwindigkeit ■ Handbetrieb: Nicht möglich

3.5.4 Signal "Bedienerschutz"

Das Signal "Bedienerschutz" dient zur Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen, z. B. Schutztüren. Ohne dieses Signal ist kein Automatikbetrieb möglich. Bei einem Signalverlust während des Automatikbetriebs (z. B. Schutztüre wird geöffnet) stoppt der Manipulator mit einem Sicherheitshalt 1.

In den Betriebsarten Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) und Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2) ist der Bedienerschutz nicht aktiv.

⚠ WARNUNG Nach einem Signalverlust darf es erst dann möglich sein, den Automatikbetrieb fortzusetzen, wenn die Schutzeinrichtung wieder geschlossen wurde und wenn diese Schließung quittiert wurde. Die Quittierung soll verhindern, dass der Automatikbetrieb versehentlich fortgesetzt wird, während sich Personen im Gefahrenbereich befinden, z. B. durch Zufallen der Schutztür.
Die Quittierung muss so gestaltet sein, dass vorher eine tatsächliche Prüfung des Gefahrenbereichs stattfinden kann. Andere Quittierungen (z. B. eine Quittierung, die automatisch auf das Schließen der Schutzeinrichtung folgt) sind unzulässig.
Der Systemintegrator ist dafür verantwortlich, dass diese Anforderungen erfüllt werden. Wenn sie nicht erfüllt werden, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

3.5.5 NOT-HALT-Einrichtung

Die NOT-HALT-Einrichtung des Industrieroboters ist das NOT-HALT-Gerät am smartPAD. Das Gerät muss bei einer gefahrbringenden Situation oder im Notfall gedrückt werden.

Reaktionen des Industrieroboters, wenn das NOT-HALT-Gerät gedrückt wird:

- Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) stoppen mit einem Sicherheitshalt 1.

Um den Betrieb fortsetzen zu können, muss das NOT-HALT-Gerät durch Drehen entriegelt werden.

⚠ WARNUNG Werkzeuge oder andere Einrichtungen, die mit dem Manipulator verbunden sind, müssen anlagenseitig in den NOT-HALT-Kreis eingebunden werden, wenn von ihnen Gefahren ausgehen können.
Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

Es muss immer mindestens eine externe NOT-HALT-Einrichtung installiert werden. Dies stellt sicher, dass auch bei abgestecktem smartPAD eine NOT-HALT-Einrichtung zur Verfügung steht.

(>>> 3.5.7 "Externe NOT-HALT-Einrichtung" Seite 31)

3.5.6 Abmelden von der übergeordneten Sicherheitssteuerung

Wenn die Robotersteuerung mit einer übergeordneten Sicherheitssteuerung verbunden ist, wird diese Verbindung in folgenden Fällen zwangsläufig unterbrochen:

- Abschalten der Spannung über den Hauptschalter der Robotersteuerung
  Oder Spannungsausfall
- Herunterfahren der Robotersteuerung über die smartHMI
- Aktivierung eines WorkVisual-Projekts von WorkVisual aus oder direkt auf der Robotersteuerung
- Änderungen unter **Inbetriebnahme** > **Netzwerkkonfiguration**
- Änderungen unter **Konfiguration** > **Sicherheitskonfiguration**
- **E/A Treiber** > **Rekonfigurieren**
- Wiederherstellen eines Archivs

Auswirkung der Unterbrechung:

- Wenn eine diskrete Sicherheitsschnittstelle verwendet wird, löst dies einen NOT-HALT für die Gesamtanlage aus.
- Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird, erzeugt die KUKA-Sicherheitssteuerung ein Signal, das bewirkt, dass die übergeordnete Steuerung keinen NOT-HALT für die Gesamtanlage auslöst.

Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird: Der Systemintegrator muss in seiner Risikobeurteilung berücksichtigen, ob die Tatsache, dass das Ausschalten der Robotersteuerung keinen NOT-HALT der Gesamtanlage auslöst, eine Gefahr darstellen kann und wie der Gefahr entgegenzuwirken ist.
Wenn diese Betrachtung unterlassen wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

⚠ WARNUNG Wenn eine Robotersteuerung ausgeschaltet ist, ist die NOT-HALT-Einrichtung am smartPAD nicht funktionsfähig. Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass das smartPAD entweder abgedeckt oder aus der Anlage entfernt wird. Dies dient dazu, Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen zu vermeiden.
Wenn diese Maßnahme nicht beachtet wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

3.5.7 Externe NOT-HALT-Einrichtung

Jede Bedienstation, die eine Roboterbewegung oder eine andere gefahrbringende Situation auslösen kann, muss mit einer NOT-HALT-Einrichtung ausgerüstet sein. Hierfür hat der Systemintegrator Sorge zu tragen.

Es muss immer mindestens eine externe NOT-HALT-Einrichtung installiert werden. Dies stellt sicher, dass auch bei abgestecktem smartPAD eine NOT-HALT-Einrichtung zur Verfügung steht.

Externe NOT-HALT-Einrichtungen werden über die Kundenschnittstelle angeschlossen. Externe NOT-HALT-Einrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.

3.5.8 Zustimmeinrichtung

Die Zustimmeinrichtung des Industrieroboters sind die Zustimmungsschalter am smartPAD.

Am smartPAD sind 3 Zustimmungsschalter angebracht. Die Zustimmungsschalter haben 3 Stellungen:

- Nicht gedrückt
- Mittelstellung
- Durchgedrückt (Panikstellung)

Der Manipulator kann in den Test-Betriebsarten nur bewegt werden, wenn ein Zustimmungsschalter in Mittelstellung gehalten wird.

- Das Loslassen des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 2 aus.
- Das Durchdrücken des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 1 aus.
- Es ist möglich, 2 Zustimmungsschalter bis zu 15 Sekunden gleichzeitig in Mittelstellung zu halten. Dies erlaubt das Umgreifen von einem Zustimmungsschalter auf einen anderen. Wenn die Zustimmungsschalter länger als 15 Sekunden gleichzeitig in Mittelstellung gehalten werden, löst dies einen Sicherheitshalt 1 aus.

Bei einer Fehlfunktion eines Zustimmungsschalter (Klemmen) kann der Industrieroboter mit folgenden Methoden gestoppt werden:

- Zustimmungsschalter durchdrücken
- NOT-HALT-Einrichtung betätigen
- Start-Taste loslassen

⚠ WARNUNG Die Zustimmungsschalter dürfen nicht mit Klebebändern oder anderen Hilfsmitteln fixiert oder in einer anderen Weise manipuliert werden.
Tod, Verletzungen oder Sachschaden können die Folge sein.

3.5.9 Externe Zustimmeinrichtung

Externe Zustimmeinrichtungen sind notwendig, wenn sich mehrere Personen im Gefahrenbereich des Industrieroboters aufhalten müssen.

Externe Zustimmeinrichtungen sind nicht im Lieferumfang des Industrieroboters enthalten.

Über welche Schnittstelle externe Zustimmeinrichtungen angeschlossen werden können, ist in der Betriebsanleitung und in der Montageanleitung für die Robotersteuerung in dem Kapitel "Planung" beschrieben.

3.5.10 Externer sicherer Betriebshalt

Der sichere Betriebshalt kann über einen Eingang an der Kundenschnittstelle ausgelöst werden. Der Zustand bleibt erhalten, so lange das externe Signal FALSE ist. Wenn das externe Signal TRUE ist, kann der Manipulator wieder verfahren werden. Es ist keine Quittierung notwendig.

3.5.11 Externer Sicherheitshalt 1 und externer Sicherheitshalt 2

Der Sicherheitshalt 1 und der Sicherheitshalt 2 können über einen Eingang an der Kundenschnittstelle ausgelöst werden. Der Zustand bleibt erhalten, so lange das externe Signal FALSE ist. Wenn das externe Signal TRUE ist, kann der Manipulator wieder verfahren werden. Es ist keine Quittierung notwendig.

Bei der Steuerungsvariante "KR C4 compact" steht kein externer Sicherheitshalt 1 zur Verfügung.

3.5.12 Geschwindigkeitsüberwachung in T1

In der Betriebsart T1 wird die Geschwindigkeit am TCP überwacht. Wenn die Geschwindigkeit 250 mm/s überschreitet, wird ein Sicherheitshalt 0 ausgelöst.

3.6 Zusätzliche Schutzausstattung

3.6.1 Tippbetrieb

Die Robotersteuerung kann in den Betriebsarten Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) und Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2) ein Programm nur im Tippbetrieb abarbeiten. Das bedeutet: Ein Zustimmungsschalter und die Start-Taste müssen gedrückt gehalten werden, um ein Programm abzuarbeiten.

- Das Loslassen des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 2 aus.
- Das Durchdrücken des Zustimmungsschalters löst einen Sicherheitshalt 1 aus.
- Das Loslassen der Start-Taste löst einen STOP 2 aus.

3.6.2 Software-Endschalter

Die Achsbereiche aller Manipulator- und Positioniererachsen sind über einstellbare Software-Endschalter begrenzt. Diese Software-Endschalter dienen nur als Maschinenschutz und sind so einzustellen, dass der Manipulator/Positionierer nicht gegen die mechanischen Endanschläge fahren kann.

Die Software-Endschalter werden während der Inbetriebnahme eines Industrieroboters eingestellt.

Weitere Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung zu finden.

3.6.3 Mechanische Endanschläge

Die Achsbereiche der Grund- und Handachsen des Manipulators sind je nach Robotervariante teilweise durch mechanische Endanschläge begrenzt.

An den Zusatzachsen können weitere mechanische Endanschläge montiert sein.

⚠ WARNUNG Wenn der Manipulator oder eine Zusatzachse gegen ein Hindernis oder einen mechanischen Endanschlag oder die Achsbereichsbegrenzung fährt, kann der Manipulator nicht mehr sicher betrieben werden. Der Manipulator muss außer Betrieb gesetzt werden und vor der Wiederinbetriebnahme ist Rücksprache mit der KUKA Roboter GmbH erforderlich (>>> 7 "KUKA Service" Seite 77).

3.6.4 Mechanische Achsbereichsbegrenzung (Option)

Einige Manipulatoren können in den Achsen A1 bis A3 mit mechanischen Achsbereichsbegrenzungen ausgerüstet werden. Die verstellbaren Achsbereichsbegrenzungen beschränken den Arbeitsbereich auf das erforderliche Minimum. Damit wird der Personen- und Anlagenschutz erhöht.

Bei Manipulatoren, die nicht für die Ausrüstung mit mechanischen Achsbereichsbegrenzungen vorgesehen sind, ist der Arbeitsraum so zu gestalten, dass auch ohne mechanische Arbeitsbereichsbegrenzungen keine Gefährdung von Personen oder Sachen eintreten kann.

Wenn dies nicht möglich ist, muss der Arbeitsbereich durch anlagenseitige Lichtschranken, Lichtvorhänge oder Hindernisse begrenzt werden. An Einlege- und Übergabebereichen dürfen keine Scher- und Quetschstellen entstehen.

Diese Option ist nicht für alle Robotermodelle verfügbar. Informationen zu bestimmten Robotermodellen können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

3.6.5 Achsbereichsüberwachung (Option)

Einige Manipulatoren können in den Grundachsen A1 bis A3 mit 2-kanaligen Achsbereichsüberwachungen ausgerüstet werden. Die Positioniererachsen können mit weiteren Achsbereichsüberwachungen ausgerüstet sein. Mit einer Achsbereichsüberwachung kann für eine Achse der Schutzbereich eingestellt und überwacht werden. Damit wird der Personen- und Anlagenschutz erhöht.

Diese Option ist nicht für alle Robotermodelle verfügbar. Informationen zu bestimmten Robotermodellen können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

3.6.6 Möglichkeiten zum Bewegen des Manipulators ohne Antriebsenergie

Der Betreiber der Anlage muss dafür Sorge tragen, dass die Ausbildung des Personals hinsichtlich des Verhaltens in Notfällen oder außergewöhnlichen Situationen auch umfasst, wie der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt werden kann.

Beschreibung

Um den Manipulator nach einem Unfall oder Störfall ohne Antriebsenergie zu bewegen, stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Freidreh-Vorrichtung (Option)

  Die Freidreh-Vorrichtung kann für die Grundachs-Antriebsmotoren und je nach Robotervariante auch für die Handachs-Antriebsmotoren verwendet werden.
- Bremsenöffnungs-Gerät (Option)

  Das Bremsenöffnungs-Gerät ist für Robotervarianten bestimmt, deren Motoren nicht frei zugänglich sind.
- Handachsen direkt mit der Hand bewegen

  Bei Varianten der niedrigen Traglastklasse steht für die Handachsen keine Freidreh-Vorrichtung zur Verfügung. Diese ist nicht notwendig, da die Handachsen direkt mit der Hand bewegt werden können.

Informationen dazu, welche Möglichkeiten für welche Robotermodelle verfügbar sind und wie sie anzuwenden sind, sind in der Montage- oder Betriebsanleitung für den Roboter zu finden oder können bei der KUKA Roboter GmbH erfragt werden.

HINWEIS Wenn der Manipulator ohne Antriebsenergie bewegt wird, kann dies die Motorbremsen der betroffenen Achsen beschädigen. Wenn die Bremse beschädigt wurde, muss der Motor getauscht werden. Der Manipulator darf deshalb nur in Notfällen ohne Antriebsenergie bewegt werden, z. B. zur Befreiung von Personen.

3.6.7 Kennzeichnungen am Industrieroboter

Alle Schilder, Hinweise, Symbole und Markierungen sind sicherheitsrelevante Teile des Industrieroboters. Sie dürfen nicht verändert oder entfernt werden.

Kennzeichnungen am Industrieroboter sind:

- Leistungsschilder
- Warnhinweise
- Sicherheitssymbole
- Bezeichnungsschilder
- Leitungsmarkierungen
- Typenschilder

Weitere Informationen sind in den Technischen Daten der Betriebsanleitungen oder Montageanleitungen der Komponenten des Industrieroboters zu finden.

3.6.8 Externe Schutzeinrichtungen

Der Zutritt von Personen in den Gefahrenbereich des Industrieroboters ist durch Schutzeinrichtungen zu verhindern. Der Systemintegrator hat hierfür Sorge zu tragen.

Trennende Schutzeinrichtungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie entsprechen den Anforderungen von EN 953.
- Sie verhindern den Zutritt von Personen in den Gefahrenbereich und können nicht auf einfache Weise überwunden werden.
- Sie sind ausreichend befestigt und halten den vorhersehbaren Betriebs- und Umgebungskräften stand.
- Sie stellen nicht selbst eine Gefährdung dar und können keine Gefährdungen verursachen.
- Der vorgeschriebene Mindestabstand zum Gefahrenbereich wird eingehalten.

Schutztüren (Wartungstüren) müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Anzahl ist auf das notwendige Minimum beschränkt.
- Die Verriegelungen (z. B. Schutztürschalter) sind über Schutztür-Schaltgeräte oder Sicherheits-SPS mit dem Bedienerschutz-Eingang der Robotersteuerung verbunden.
- Schaltgeräte, Schalter und Art der Schaltung entsprechen den Anforderungen von Performance Level d und Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1.
- Je nach Gefährdungslage: Die Schutztür ist zusätzlich mit einer Zuhaltung gesichert, die das Öffnen der Schutztür erst erlaubt, wenn der Manipulator sicher stillsteht.

- Der Taster zum Quittieren der Schutztür ist außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raums angebracht.

Weitere Informationen sind in den entsprechenden Normen und Vorschriften zu finden. Hierzu zählt auch EN 953.

Andere Schutzeinrichtungen

Andere Schutzeinrichtungen müssen nach den entsprechenden Normen und Vorschriften in die Anlage integriert werden.

3.7 Übersicht Betriebsarten und Schutzfunktionen

Die folgende Tabelle zeigt, bei welcher Betriebsart die Schutzfunktionen aktiv sind.

Schutzfunktionen	T1	T2	AUT	AUT EXT
Bedienerschutz	-	-	aktiv	aktiv
NOT-HALT-Einrichtung	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Zustimmeinrichtung	aktiv	aktiv	-	-
Reduzierte Geschwindigkeit bei Programmverifikation	aktiv	-	-	-
Tippbetrieb	aktiv	aktiv	-	-
Software-Endschalter	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv

3.8 Sicherheitsmaßnahmen

3.8.1 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

Der Industrieroboter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß und sicherheitsbewußt benutzt werden. Bei Fehlhandlungen können Personen- und Sachschäden entstehen.

Auch bei ausgeschalteter und gesicherter Robotersteuerung ist mit möglichen Bewegungen des Industrieroboters zu rechnen. Durch falsche Montage (z. B. Überlast) oder mechanische Defekte (z. B. Bremsdefekt) können Manipulator oder Zusatzachsen absacken. Wenn am ausgeschalteten Industrieroboter gearbeitet wird, sind Manipulator und Zusatzachsen vorher so in Stellung zu bringen, dass sie sich mit und ohne Traglast nicht selbständig bewegen können. Wenn das nicht möglich ist, müssen Manipulator und Zusatzachsen entsprechend abgesichert werden.

⚠ GEFAHR Der Industrieroboter kann ohne funktionsfähige Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen Personen- oder Sachschaden verursachen. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen deaktiviert oder demontiert sind, darf der Industrieroboter nicht betrieben werden.

⚠ GEFAHR Der Aufenthalt unter der Robotermechanik kann zum Tod oder zu Verletzungen führen. Aus diesem Grund ist der Aufenthalt unter der Robotermechanik verboten!

⚠ VORSICHT Die Motoren erreichen während des Betriebs Temperaturen, die zu Hautverbrennungen führen können. Berührungen sind zu vermeiden. Es sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen, z. B. Schutzhandschuhe tragen.

smartPAD

Der Betreiber hat sicherzustellen, dass der Industrieroboter mit dem smartPAD nur von autorisierten Personen bedient wird.

Wenn mehrere smartPADs an einer Anlage verwendet werden, muss darauf geachtet werden, dass jedes smartPAD dem zugehörigen Industrieroboter eindeutig zugeordnet ist. Es darf keine Verwechslung stattfinden.

⚠ WARNUNG Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass abgekoppelte smartPADs sofort aus der Anlage entfernt werden und außer Sicht- und Reichweite des am Industrieroboter arbeitenden Personals verwahrt werden. Dies dient dazu, Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen zu vermeiden.
Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, schwere Verletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

Änderungen

Nach Änderungen am Industrieroboter muss geprüft werden, ob das erforderliche Sicherheitsniveau gewährleistet ist. Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.

Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden.

Nach Änderungen am Industrieroboter müssen bestehende Programme immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden. Dies gilt für sämtliche Komponenten des Industrieroboters und schließt damit auch Änderungen an Software und Konfigurationseinstellungen ein.

Störungen

Bei Störungen am Industrieroboter ist wie folgt vorzugehen:

- Robotersteuerung ausschalten und gegen unbefugtes Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern.
- Störung durch ein Schild mit entsprechendem Hinweis kennzeichnen.
- Aufzeichnungen über Störungen führen.
- Störung beheben und Funktionsprüfung durchführen.

3.8.2 Transport

Manipulator

Die vorgeschriebene Transportstellung für den Manipulator muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für den Manipulator erfolgen.

Erschütterungen oder Stöße während des Transports vermeiden, damit keine Schäden an der Robotermechanik entstehen.

Robotersteuerung

Die vorgeschriebene Transportstellung für die Robotersteuerung muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für die Robotersteuerung erfolgen.

Erschütterungen oder Stöße während des Transports vermeiden, damit keine Schäden in der Robotersteuerung entstehen.

Zusatzachse (optional)

Die vorgeschriebene Transportstellung für die Zusatzachse (z. B. KUKA Lineareinheit, Drehkipptisch, Positionierer) muss beachtet werden. Der Transport muss gemäß der Betriebsanleitung oder Montageanleitung für die Zusatzachse erfolgen.

3.8.3 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme

Vor der ersten Inbetriebnahme von Anlagen und Geräten muss eine Prüfung durchgeführt werden, die sicherstellt, dass Anlagen und Geräte vollständig

und funktionsfähig sind, dass diese sicher betrieben werden können und dass Schäden erkannt werden.

Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.

Vor der Inbetriebnahme müssen in der KUKA System Software die Passwörter für die Benutzergruppen geändert werden. Die Passwörter dürfen nur autorisiertem Personal mitgeteilt werden.

Die Robotersteuerung ist für den jeweiligen Industrieroboter vorkonfiguriert. Der Manipulator und die Zusatzachsen (optional) können bei vertauschten Kabeln falsche Daten erhalten und dadurch Personen- oder Sachschaden verursachen. Wenn eine Anlage aus mehreren Manipulatoren besteht, die Verbindungsleitungen immer an Manipulator und zugehöriger Robotersteuerung anschließen.

Wenn zusätzliche Komponenten (z. B. Leitungen), die nicht zum Lieferumfang der KUKA Roboter GmbH gehören, in den Industrieroboter integriert werden, ist der Betreiber dafür verantwortlich, dass diese Komponenten keine Sicherheitsfunktionen beeinträchtigen oder außer Funktion setzen.

HINWEIS Wenn die Schrankinnentemperatur der Robotersteuerung stark von der Umgebungstemperatur abweicht, kann sich Kondenswasser bilden, das zu Schäden an der Elektrik führt. Robotersteuerung erst in Betrieb nehmen, wenn sich die Schrankinnentemperatur der Umgebungstemperatur angepasst hat.

Funktionsprüfung

Vor der Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme sind folgende Prüfungen durchzuführen:

Prüfung allgemein:

Sicherzustellen ist:

- Der Industrieroboter ist gemäß den Angaben in der Dokumentation korrekt aufgestellt und befestigt.
- Es sind keine Fremdkörper oder defekte, lockere oder lose Teile am Industrieroboter.
- Alle erforderlichen Schutzeinrichtungen sind korrekt installiert und funktionsfähig.
- Die Anschlusswerte des Industrieroboters stimmen mit der örtlichen Netzspannung und Netzform überein.
- Der Schutzleiter und die Potentialausgleichs-Leitung sind ausreichend ausgelegt und korrekt angeschlossen.
- Die Verbindungskabel sind korrekt angeschlossen und die Stecker verriegelt.

Prüfung der Sicherheitsfunktionen:

Bei folgenden Sicherheitsfunktionen muss durch einen Funktionstest sichergestellt werden, dass sie korrekt arbeiten:

- Lokale NOT-HALT-Einrichtung
- Externe NOT-HALT-Einrichtung (Ein- und Ausgang)
- Zustimmeinrichtung (in den Test-Betriebsarten)
- Bedienerschutz
- Alle weiteren verwendeten sicherheitsrelevanten Ein- und Ausgänge

- Weitere externe Sicherheitsfunktionen

3.8.3.1 Prüfung Maschinendaten und Sicherheitskonfiguration

⚠ WARNUNG Wenn die falschen Maschinendaten oder eine falsche Steuerungskonfiguration geladen sind, darf der Industrieroboter nicht verfahren werden! Tod, schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschäden können sonst die Folge sein. Die richtigen Daten müssen geladen werden.

- Es ist sicherzustellen, dass das Typenschild an der Robotersteuerung die gleichen Maschinendaten besitzt, die in der Einbauerklärung eingetragen sind. Die Maschinendaten auf dem Typenschild des Manipulators und der Zusatzachsen (optional) müssen bei der Inbetriebnahme eingetragen werden.
- Im Rahmen der Inbetriebnahme müssen die Praxistests für die Maschinendaten durchgeführt werden.
- Nach Änderungen an den Maschinendaten muss die Sicherheitskonfiguration geprüft werden.
- Nach der Aktivierung eines WorkVisual-Projekts auf der Robotersteuerung muss die Sicherheitskonfiguration geprüft werden.
- Wenn bei der Prüfung der Sicherheitskonfiguration Maschinendaten übernommen wurden (gleichgültig, aus welchem Grund die Sicherheitskonfiguration geprüft wurde), müssen die Praxistests für die Maschinendaten durchgeführt werden.
- Ab System Software 8.3: Wenn sich die Prüfsumme der Sicherheitskonfiguration geändert hat, müssen die sicheren Achsüberwachungen geprüft werden.

Informationen zum Prüfen der Sicherheitskonfiguration und der sicheren Achsüberwachungen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.

Wenn die Praxistests bei einer Erstinbetriebnahme nicht erfolgreich bestanden werden, muss Kontakt zur KUKA Roboter GmbH aufgenommen werden.

Wenn die Praxistests bei einer anderen Durchführung nicht erfolgreich bestanden werden, müssen die Maschinendaten und die sicherheitsrelevante Steuerungskonfiguration kontrolliert und korrigiert werden.

Praxistest allgemein

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test immer durchgeführt werden.

Es gibt folgende Möglichkeiten, den allgemeinen Praxistest durchzuführen:

- TCP-Vermessung mit der XYZ 4-Punkt-Methode

  Der Praxistest ist bestanden, wenn der TCP erfolgreich vermessen werden konnte.

Oder:

1. Den TCP auf einen selbst gewählten Punkt ausrichten.

   Der Punkt dient als Referenzpunkt. Er muss so liegen, dass umorientiert werden kann.
2. Den TCP je 1-mal mindestens 45° in A-, B- und C-Richtung manuell verfahren.

   Die Bewegungen brauchen sich nicht addieren, d. h. wenn in eine Richtung verfahren wurde, kann man wieder zurückfahren, bevor man in die nächste Richtung verfährt.

Der Praxistest ist bestanden, wenn der TCP insgesamt nicht weiter als 2 cm vom Referenzpunkt abweicht.

Praxistest für nicht math. gekoppelte Achsen

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test durchgeführt werden, wenn Achsen vorhanden sind, die nicht mathematisch gekoppelt sind.

1. Die Ausgangsposition der mathematisch nicht gekoppelten Achse markieren.
2. Die Achse manuell eine selbst gewählte Weglänge verfahren. Die Weglänge auf der smartHMI über die Anzeige **Istposition** ermitteln.
   - Lineare Achsen eine bestimmte Strecke verfahren.
   - Rotatorische Achsen einen bestimmten Winkel verfahren.
3. Den zurückgelegten Weg messen und mit dem laut smartHMI gefahrenen Weg vergleichen.

   Der Praxistest ist bestanden, wenn die Werte maximal um 10 % voneinander abweichen.
4. Den Test für jede mathematisch nicht gekoppelte Achse wiederholen.

Praxistest für koppelbare Achsen

Wenn Praxistests für die Maschinendaten erforderlich sind, muss dieser Test durchgeführt werden, wenn physikalisch an-/abkoppelbare Achsen vorhanden sind, z. B. eine Servozange.

1. Die koppelbare Achse physikalisch abkoppeln.
2. Alle verbleibenden Achsen einzeln verfahren.

   Der Praxistest ist bestanden, wenn alle verbleibenden Achsen verfahren werden konnten.

3.8.3.2 Inbetriebnahme-Modus

Beschreibung

Der Industrieroboter kann über die Bedienoberfläche smartHMI in einen Inbetriebnahme-Modus gesetzt werden. In diesem Modus ist es möglich, den Manipulator in T1 zu verfahren, ohne dass die externen Schutzeinrichtungen in Betrieb sind.

Wann der Inbetriebnahme-Modus möglich ist, ist abhängig davon, welche Sicherheitsschnittstelle verwendet wird.

Wenn eine diskrete Sicherheitsschnittstelle verwendet wird:

- System Software 8.2 und kleiner:

  Der Inbetriebnahme-Modus ist immer dann möglich, wenn sämtliche Eingangssignale an der diskreten Sicherheitsschnittstelle den Zustand "logisch Null" haben. Wenn dies nicht der Fall ist, dann verhindert oder beendet die Robotersteuerung den Inbetriebnahme-Modus.

  Wenn zusätzlich eine diskrete Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen verwendet wird, müssen auch dort die Eingänge "logisch Null" sein.
- System Software 8.3:

  Der Inbetriebnahme-Modus ist immer möglich. Das bedeutet auch, dass er vom Zustand der Eingänge an der diskreten Sicherheitsschnittstelle unabhängig ist.

  Wenn zusätzlich eine diskrete Sicherheitsschnittstelle für Sicherheitsoptionen verwendet wird: Auch die Zustände dieser Eingänge spielen keine Rolle.

Wenn die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verwendet wird:

Die Robotersteuerung verhindert oder beendet den Inbetriebnahme-Modus, wenn eine Verbindung zu einem übergeordneten Sicherheitssystem besteht oder aufgebaut wird.

Gefahren

Mögliche Gefahren und Risiken bei Verwendung des Inbetriebnahme-Modus:

- Person läuft in den Gefahrenbereich des Manipulators.
- Im Gefahrenfall wird eine nicht aktive externe NOT-HALT-Einrichtung betätigt und der Manipulator wird nicht abgeschaltet.

Zusätzliche Maßnahmen zur Risikovermeidung bei Inbetriebnahme-Modus:

- Nicht funktionsfähige NOT-HALT-Einrichtungen abdecken oder mit entsprechendem Warnschild auf die nicht funktionierende NOT-HALT-Einrichtung hinweisen.
- Wenn kein Schutzzaun vorhanden ist, muss mit anderen Maßnahmen verhindert werden, dass Personen in den Gefahrenbereich des Manipulators gelangen, z. B. mit einem Sperrband.

Verwendung

Bestimmungsgemäße Verwendung des Inbetriebnahme-Modus:

- Zur Inbetriebnahme im T1-Betrieb, wenn die externen Schutzeinrichtungen noch nicht installiert oder in Betrieb genommen sind. Der Gefahrenbereich muss dabei mindestens mit einem Sperrband abgegrenzt werden.
- Zur Fehlereingrenzung (Peripheriefehler).
- Die Nutzung des Inbetriebnahme-Modus muss so gering wie möglich gehalten werden.

⚠ WARNUNG Bei Verwendung des Inbetriebnahme-Modus sind alle externen Schutzeinrichtungen außer Betrieb. Das Servicepersonal hat dafür zu sorgen, dass sich keine Personen im und in der Nähe des Gefahrenbereichs des Manipulators aufhalten, während die Schutzeinrichtungen außer Betrieb sind.
Wenn dies nicht beachtet wird, können Tod, Verletzungen oder Sachschäden die Folge sein.

Fehlanwendung

Alle von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichenden Anwendungen gelten als Fehlanwendung und sind unzulässig. Für Schäden, die aus einer Fehlanwendung resultieren, haftet die KUKA Roboter GmbH nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.

3.8.4 Manueller Betrieb

Der manuelle Betrieb ist der Betrieb für Einrichtarbeiten. Einrichtarbeiten sind alle Arbeiten, die am Industrieroboter durchgeführt werden müssen, um den Automatikbetrieb aufnehmen zu können. Zu den Einrichtarbeiten gehören:

- Tippbetrieb
- Teachen
- Programmieren
- Programmverifikation

Beim manuellen Betrieb ist Folgendes zu beachten:

- Neue oder geänderte Programme müssen immer zuerst in der Betriebsart Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1) getestet werden.
- Werkzeuge, Manipulator oder Zusatzachsen (optional) dürfen niemals den Absperrzaun berühren oder über den Absperrzaun hinausragen.
- Werkstücke, Werkzeuge und andere Gegenstände dürfen durch das Verfahren des Industrieroboters weder eingeklemmt werden, noch zu Kurzschlüssen führen oder herabfallen.
- Alle Einrichtarbeiten müssen so weit wie möglich von außerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raumes durchgeführt werden.

Wenn die Einrichtarbeiten von innerhalb des durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raumes durchgeführt werden müssen, muss Folgendes beachtet werden.

In der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)**:

- Wenn vermeidbar, dürfen sich keine weiteren Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten.

  Wenn es notwendig ist, dass sich mehrere Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten, muss Folgendes beachtet werden:

  - Jede Person muss eine Zustimmeinrichtung zur Verfügung haben.
  - Alle Personen müssen ungehinderte Sicht auf den Industrieroboter haben.
  - Zwischen allen Personen muss immer Möglichkeit zum Blickkontakt bestehen.
- Der Bediener muss eine Position einnehmen, aus der er den Gefahrenbereich einsehen kann und einer Gefahr ausweichen kann.

In der Betriebsart **Manuell Hohe Geschwindigkeit (T2)**:

- Diese Betriebsart darf nur verwendet werden, wenn die Anwendung einen Test mit höherer als mit der Manuell Reduzierten Geschwindigkeit erfordert.
- Teachen und Programmieren sind in dieser Betriebsart nicht erlaubt.
- Der Bediener muss vor Beginn des Tests sicherstellen, dass die Zustimmeinrichtungen funktionsfähig sind.
- Der Bediener muss eine Position außerhalb des Gefahrenbereichs einnehmen.
- Es dürfen sich keine weiteren Personen im durch Schutzeinrichtungen abgegrenzten Raum aufhalten. Der Bediener muss hierfür Sorge tragen.

3.8.5 Simulation

Simulationsprogramme entsprechen nicht exakt der Realität. Roboterprogramme, die in Simulationsprogrammen erstellt wurden, sind an der Anlage in der Betriebsart **Manuell Reduzierte Geschwindigkeit (T1)** zu testen. Gegebenenfalls muss das Programm überarbeitet werden.

3.8.6 Automatikbetrieb

Der Automatikbetrieb ist nur zulässig, wenn folgende Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden:

- Alle Sicherheits- und Schutzeinrichtungen sind vorhanden und funktionsfähig.
- Es befinden sich keine Personen in der Anlage.
- Die festgelegten Arbeitsverfahren werden befolgt.

Wenn der Manipulator oder eine Zusatzachse (optional) ohne ersichtlichen Grund stehen bleibt, darf der Gefahrenbereich erst betreten werden, wenn ein NOT-HALT ausgelöst wurde.

3.8.7 Wartung und Instandsetzung

Nach Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten muss geprüft werden, ob das erforderliche Sicherheitsniveau gewährleistet ist. Für diese Prüfung sind die geltenden staatlichen oder regionalen Arbeitsschutzvorschriften zu beachten. Zusätzlich sind alle Sicherheitsfunktionen auf ihre sichere Funktion zu testen.

Die Wartung und Instandsetzung soll sicherstellen, dass der funktionsfähige Zustand erhalten bleibt oder bei Ausfall wieder hergestellt wird. Die Instandsetzung umfasst die Störungssuche und die Reparatur.

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten am Industrieroboter sind:

- Tätigkeiten außerhalb des Gefahrenbereichs durchführen. Wenn Tätigkeiten innerhalb des Gefahrenbereichs durchzuführen sind, muss der Betreiber zusätzliche Schutzmaßnahmen festlegen, um einen sicheren Personenschutz zu gewährleisten.
- Industrieroboter ausschalten und gegen Wiedereinschalten (z. B. mit einem Vorhängeschloss) sichern. Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, muss der Betreiber zusätzliche Schutzmaßnahmen festlegen, um einen sicheren Personenschutz zu gewährleisten.
- Wenn die Tätigkeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchzuführen sind, dürfen diese nur in der Betriebsart T1 durchgeführt werden.
- Tätigkeiten mit einem Schild an der Anlage kennzeichnen. Dieses Schild muss auch bei zeitweiser Unterbrechung der Tätigkeiten vorhanden sein.
- Die NOT-HALT-Einrichtungen müssen aktiv bleiben. Wenn Sicherheitsfunktionen oder Schutzeinrichtungen aufgrund Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten deaktiviert werden, muss die Schutzwirkung anschließend sofort wiederhergestellt werden.

⚠ GEFAHR Vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen des Robotersystems muss der Hauptschalter ausgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert werden. Anschließend muss die Spannungsfreiheit festgestellt werden.
Es genügt nicht, vor Arbeiten an spannungsführenden Teilen einen NOT-HALT oder einen Sicherheitshalt auszulösen oder die Antriebe auszuschalten, weil dabei das Robotersystem nicht vom Netz getrennt wird. Es stehen weiterhin Teile unter Spannung. Tod oder schwere Verletzungen können die Folge sein.

Fehlerhafte Komponenten müssen durch neue Komponenten, mit derselben Artikelnummer oder durch Komponenten, die von der KUKA Roboter GmbH als gleichwertig ausgewiesen sind, ersetzt werden.

Reinigungs- und Pflegearbeiten sind gemäß der Betriebsanleitung durchzuführen.

Robotersteuerung

Auch wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet ist, können Teile unter Spannungen stehen, die mit Peripheriegeräten verbunden sind. Die externen Quellen müssen deshalb ausgeschaltet werden, wenn an der Robotersteuerung gearbeitet wird.

Bei Tätigkeiten an Komponenten in der Robotersteuerung müssen die EGB-Vorschriften eingehalten werden.

Nach Ausschalten der Robotersteuerung kann an verschiedenen Komponenten mehrere Minuten eine Spannung von über 50 V (bis zu 780 V) anliegen. Um lebensgefährliche Verletzungen zu verhindern, dürfen in diesem Zeitraum keine Tätigkeiten am Industrieroboter durchgeführt werden.

Das Eindringen von Wasser und Staub in die Robotersteuerung muss verhindert werden.

Gewichtsausgleich

Einige Robotervarianten sind mit einem hydropneumatischen, Feder- oder Gaszylinder-Gewichtsausgleich ausgestattet.

Die hydropneumatischen und Gaszylinder-Gewichtsausgleiche sind Druckgeräte und gehören zu den überwachungspflichtigen Anlagen. Je nach Robotervariante entsprechen die Gewichtsausgleichsysteme der Kategorie 0, II oder III, Fluidgruppe 2 der Druckgeräterichtlinie.

Der Betreiber muss die landesspezifischen Gesetze, Vorschriften und Normen für Druckgeräte beachten.

Prüffristen in Deutschland nach Betriebssicherheitsverordnung §14 und §15. Prüfung vor Inbetriebnahme am Aufstellort durch den Betreiber.

Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten an Gewichtsausgleichsystemen sind:

- Die von den Gewichtsausgleichsystemen unterstützten Baugruppen des Manipulators müssen gesichert werden.
- Tätigkeiten an den Gewichtsausgleichsystemen darf nur qualifiziertes Personal durchführen.

Gefahrstoffe

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind:

- Längeren und wiederholten intensiven Hautkontakt vermeiden.
- Einatmen von Ölnebeln und -dämpfen vermeiden.
- Für Hautreinigung und Hautpflege sorgen.

> Für den sicheren Einsatz unserer Produkte empfehlen wir unseren Kunden regelmäßig die aktuellen Sicherheitsdatenblätter von den Herstellern der Gefahrstoffe anzufordern.

3.8.8 Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung

Die Außerbetriebnahme, Lagerung und Entsorgung des Industrieroboters darf nur nach landesspezifischen Gesetzen, Vorschriften und Normen erfolgen.

3.8.9 Sicherheitsmaßnahmen für "Single Point of Control"

Übersicht

Wenn am Industrieroboter bestimmte Komponenten zum Einsatz kommen, müssen Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden, um das Prinzip des "Single Point of Control" (SPOC) vollständig umzusetzen.

Die relevanten Komponenten sind:

- Submit-Interpreter
- SPS
- OPC-Server
- Remote Control Tools
- Tools zur Konfiguration von Bussystemen mit Online-Funktionalität
- KUKA.RobotSensorInterface

> Die Ausführung weiterer Sicherheitsmaßnahmen kann notwendig sein. Dies muss je nach Anwendungsfall geklärt werden und obliegt dem Systemintegrator, Programmierer oder Betreiber der Anlage.

Da die sicheren Zustände von Aktoren in der Peripherie der Robotersteuerung nur dem Systemintegrator bekannt sind, obliegt es ihm diese Aktoren, z. B. bei NOT-HALT, in einen sicheren Zustand zu versetzen.

T1, T2

In den Betriebsarten T1 und T2 dürfen die oben genannten Komponenten nur auf den Industrieroboter zugreifen, wenn folgende Signale folgende Zustände haben:

Signal	Zustand erforderlich für SPOC
$USER_SAF	TRUE
$SPOC_MOTION_ENABLE	TRUE

Submit-Interpreter, SPS

Wenn mit dem Submit-Interpreter oder der SPS über das E/A-System Bewegungen (z. B. Antriebe oder Greifer) angesteuert werden und diese nicht anderweitig abgesichert sind, so wirkt diese Ansteuerung auch in den Betriebsarten T1 und T2 oder während eines anstehenden NOT-HALT.

Wenn mit dem Submit-Interpreter oder der SPS Variablen verändert werden, die sich auf die Roboterbewegung auswirken (z. B. Override), so wirkt dies auch in den Betriebsarten T1 und T2 oder während eines anstehenden NOT-HALT.

Sicherheitsmaßnahmen:

- In T1 und T2 darf die Systemvariable $OV_PRO vom Submit-Interpreter aus oder von der SPS nicht beschrieben werden.
- Sicherheitsrelevante Signale und Variablen (z. B. Betriebsart, NOT-HALT, Schutztürkontakt) nicht über Submit-Interpreter oder SPS ändern.

  Wenn dennoch Änderungen notwendig sind, müssen alle sicherheitsrelevanten Signale und Variablen so verknüpft werden, dass sie vom Submit-Interpreter oder der SPS nicht in einen sicherheitsgefährdenden Zustand gesetzt werden können. Dies liegt in der Verantwortung des Systemintegrators.

OPC-Server, Remote Control Tools

Mit diesen Komponenten ist es möglich, über schreibende Zugriffe Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung zu ändern, ohne dass dies von in der Anlage befindlichen Personen bemerkt wird.

Sicherheitsmaßnahme:

Wenn diese Komponenten verwendet werden, müssen Ausgänge, die eine Gefährdung verursachen können, in einer Risikobeurteilung ermittelt werden. Diese Ausgänge müssen so gestaltet werden, dass sie nicht ohne Zustimmung gesetzt werden können. Dies kann beispielsweise über eine externe Zustimmeinrichtung geschehen.

Tools zur Konfiguration von Bussystemen

Wenn diese Komponenten über eine Online-Funktionalität verfügen, ist es möglich, über schreibende Zugriffe Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung zu ändern, ohne dass dies von in der Anlage befindlichen Personen bemerkt wird.

- WorkVisual von KUKA
- Tools anderer Hersteller

Sicherheitsmaßnahme:

In den Test-Betriebsarten dürfen Programme, Ausgänge oder sonstige Parameter der Robotersteuerung mit diesen Komponenten nicht verändert werden.

3.9 Angewandte Normen und Vorschriften

Name	Definition	Ausgabe
2006/42/EG	**Maschinenrichtlinie:** Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)	2006

2004/108/EG	**EMV-Richtlinie:** Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG	2004
97/23/EG	**Druckgeräterichtlinie**: Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte (Findet nur Anwendung für Roboter mit hydropneumatischem Gewichtsausgleich.)	1997
EN ISO 13850	**Sicherheit von Maschinen:** NOT-HALT-Gestaltungsleitsätze	2008
EN ISO 13849-1	**Sicherheit von Maschinen:** Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	2008
EN ISO 13849-2	**Sicherheit von Maschinen:** Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 2: Validierung	2012
EN ISO 12100	**Sicherheit von Maschinen:** Allgemeine Gestaltungsleitsätze, Risikobeurteilung und Risikominderung	2010
EN ISO 10218-1	**Industrieroboter:** Sicherheit **Hinweis:** Inhalt entspricht **ANSI/RIA R.15.06-2012, Teil 1**	2011
EN 614-1	**Sicherheit von Maschinen:** Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze	2009
EN 61000-6-2	**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):** Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich	2005
EN 61000-6-4	**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):** Teil 6-4: Fachgrundnormen; Störaussendung für Industriebereich	2007
EN 60204-1 + A1	**Sicherheit von Maschinen:** Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen	2009

4 Planung

4.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Beschreibung

Werden Anschlussleitungen (z. B. Feldbusse, etc.) von außen zum Steuerungs-PC geführt, dürfen nur geschirmte Leitungen mit ausreichendem Abschirmungsmaß verwendet werden. Die Leitungsschirmung muss großflächig im Schrank auf der PE-Schiene mit Schirmklemmen (schraubbar, keine Klemmschellen) erfolgen.

> Die Robotersteuerung entspricht der EMV- Klasse A, Gruppe 1 nach EN 55011 und ist für den Einsatz in einer **industriellen Umgebung** vorgesehen. Bei der Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit auch in anderen Umgebungen kann es aufgrund potenziell auftretender leitungsgebundener und gestrahlter Störgrößen zu Schwierigkeiten kommen.

4.2 Aufstell- und Einbaubedingungen

Abmessungen

Die Robotersteuerung kann in ein 19" Rack eingebaut oder als Einzelgerät aufgestellt werden. Die Angaben im Kapitel "Technische Daten" müssen eingehalten werden. Wird die Robotersteuerung in ein 19" Rack eingebaut, muss die Tiefe mindestens 600 mm betragen.Die Robotersteuerung darf nur in waagerechter Position aufgestellt und betrieben werden.

> Ist die Robotersteuerung in ein 19" Rack eingebaut, muss sie durch geeignete Mittel (vorzugsweise Winkelblech) entlang der gesamten Seitenkante im Rack fixiert werden um einen Verzug des Gehäuses zu vermeiden.

Beide Seiten der Robotersteuerung müssen für die Kühlluft zugänglich sein. Abstand je Seite 70 mm.

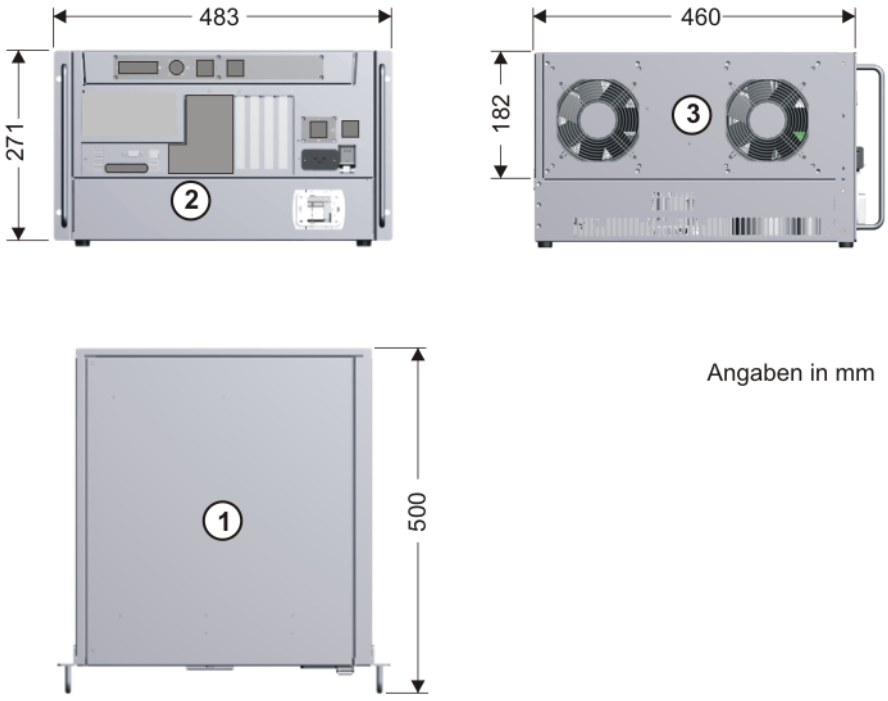


Abb. 4-1: Abmessungen

Griffwinkel

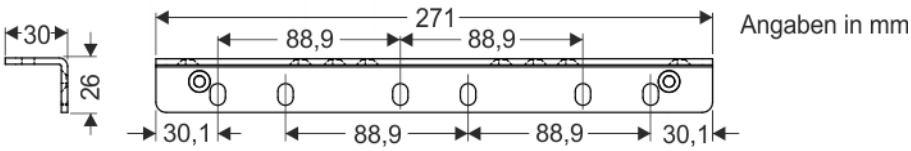


Abb. 4-2: Abmessungen Griffwinkel

4.3 Anschlussbedingungen

Netzanschluss

Die Robotersteuerung darf nur an ein Netz mit geerdetem Sternpunkt angeschlossen werden.

Nennanschlussspannung	AC 200 V - 230 V, einphasig, zweiphasig (mit geerdetem Sternpunkt (möglichst symetrisch) zwischen den verwendeten Phasen
Zulässige Toleranz der Nennanschlussspannung	Nennanschlussspannung ± 10 %
Netzfrequenz	50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1Hz
Nenneingangsleistung	2 kVA, siehe Typenschild
Wärmeverlustleistung	max. 400 W
Absicherung netzseitig	2x 16 A träge (1 (2)x Phase; 1x Neutralleiter (optional))
Potenzialausgleich	Für die Potenzialausgleichs-Leitungen und alle Schutzleiter ist der gemeinsame Sternpunkt die Bezugsschiene des Leistungsteils

⚠ VORSICHT Wird die Robotersteuerung an einem Netz **ohne** geerdetem Sternpunkt betrieben, kann es zu Fehlfunktionen der Robotersteuerung und Sachschäden an den Netzteilen kommen. Es kann auch zu Verletzungen durch elektrische Spannung kommen. Die Robotersteuerung darf nur an einem Netz mit geerdetem Sternpunkt betrieben werden.

Wenn der Einsatz eines FI-Schutzschalters vorgesehen ist, empfehlen wir folgenden FI-Schutzschalter: Auslösestromdifferenz 300 mA je Robotersteuerung, allstromsensitiv, selektiv.

Leitungslängen

Leitungsbezeichnungen, Leitungslängen (Standard) sowie Sonderlängen sind der Betriebsanleitung oder Montageanleitung des Manipulators und/oder der Montage- und Betriebsanleitung KR C4 externe Verkabelung für Robotersteuerungen zu entnehmen.

Bei Verwendung von smartPAD-Kabelverlängerungen dürfen nur zwei Verlängerungen eingesetzt werden. Die Gesamt-Kabellänge von 50 m darf nicht überschritten werden.

Die Differenz der Leitungslängen zwischen den einzelnen Kanälen der RDC-Box darf maximal 10 m betragen.

4.4 Netzanschluss

Beschreibung

Die Robotersteuerung wird über eine 3-polige Kaltgeräte-Steckdose mit dem Netz verbunden.

Einspeisung

- AC 200 V - 230 V, einphasig, zweiphasig (mit geerdetem Sternpunkt (möglichst symetrisch) zwischen den verwendeten Phasen
- 50 Hz ± 1 Hz oder 60 Hz ± 1Hz

Absicherung

- 2x 16 A träge, C Charakter (1 (2)x Phase; 1x Neutralleiter (optional))

4.5 Sicherheits-Schnittstelle X11

Beschreibung

Über die Sicherheits-Schnittstelle X11 müssen NOT-HALT-Einrichtungen angeschlossen oder durch übergeordnete Steuerungen (z. B. SPS) miteinander verkettet werden.

Beschaltung

Die Sicherheits-Schnittstelle X11 unter Beachtung folgender Punkte beschalten:

- Anlagenkonzept
- Sicherheitskonzept

4.5.1 Sicherheits-Schnittstelle X11

Steckerbelegung

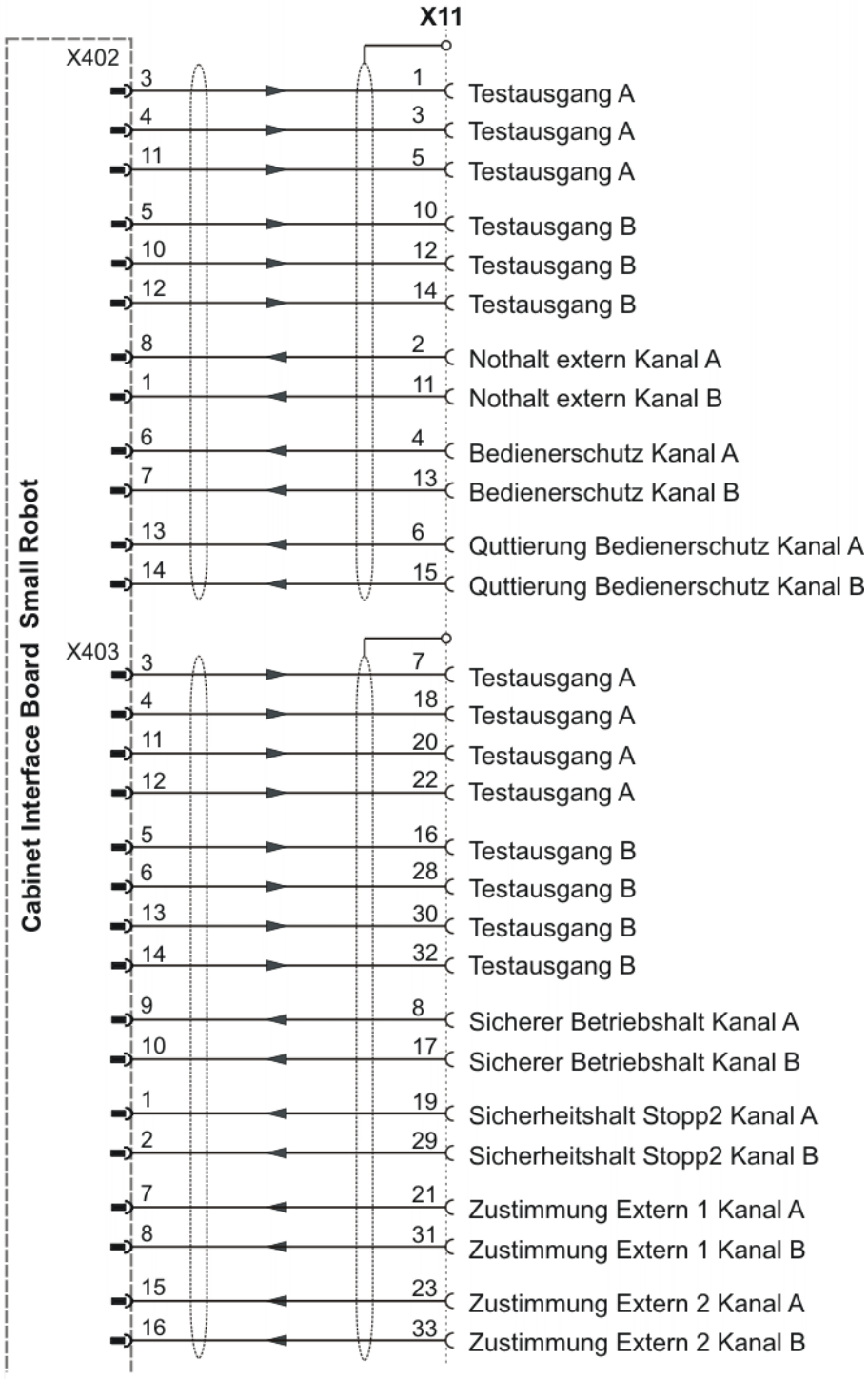


Abb. 4-3: Schnittstelle X11 Teil 1

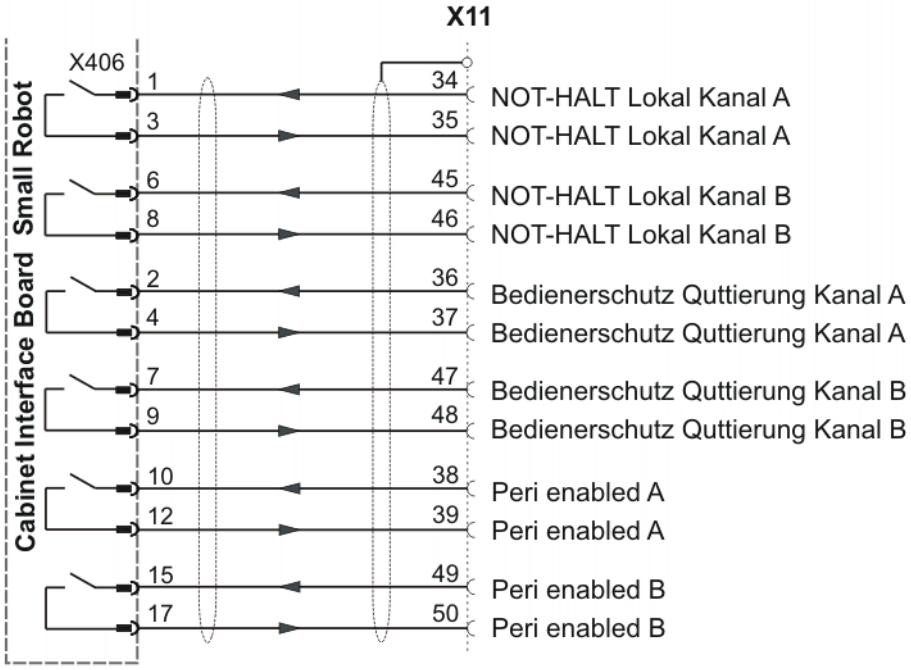


Abb. 4-4: Schnittstelle X11 Teil 2

Signal	Pin	Beschreibung	Bemerkung
Testausgang A (Testsignal)	1/3/5 7/18 20/22	Stellt die getaktete Spannung für die einzelnen Schnittstellen-Eingänge des Kanales A zur Verfügung.	-
Testausgang B (Testsignal)	10/12/14 16/28 30/32	Stellt die getaktete Spannung für die einzelnen Schnittstellen-Eingänge des Kanales B zur Verfügung.	-
Externer NOT-HALT Kanal A	2	NOT-HALT, Eingang 2-kanalig max. 24 V. (>>> "CIB_SR Eingänge" Seite 20)	Auslösen der Funktion NOT-HALT in der Robotersteuerung.
Externer NOT-HALT Kanal B	11		
Bediener-schutz Kanal A	4	Zum 2-kanaligen Anschluss einer Schutztür-Verriegelung. max. 24 V. (>>> "CIB_SR Eingänge" Seite 20)	Solange das Signal eingeschaltetist, können die Antriebe eingeschaltet werden. Nur in den AUTOMATIK-Betriebsarten wirksam.
Bediener-schutz Kanal B	13		
Quittierung Bediener-schutz Kanal A	6	Zum Anschluss eines 2-kanaligen Eingangs zur Quittierung des Bedienerschutzes mit potenzialfreien Kontakten. (>>> "CIB_SR Eingänge" Seite 20)	Das Verhalten des Eingangs Quittierung Bedienerschutz kann über die KUKA Systemsoftware konfiguriert werden. Nach dem Schließen der Schutztür (Bedienerschutz) kann in den Automatik-Betriebsarten mit einem Quittierungstaster außerhalb der Schutzumzäunung das Verfahren des Manipulators frei geschaltet werden. Diese Funktionalität ist im Auslieferzustand deaktiviert.
Quittierung Bediener-schutz Kanal B	15		

Signal	Pin	Beschreibung	Bemerkung
Sicherer Betriebshalt Kanal A	8	Eingang Sicherer Betriebshalt alle Achsen	Aktivieren der Stillstandsüberwachung Bei Verletzung der aktivierten Überwachung wird Stopp 0 eingeleitet.
Sicherer Betriebshalt Kanal B	17		
Sicherheitshalt Stopp 2 Kanal A	19	Eingang Sicherheitshalt Stopp 2 alle Achsen	Auslösen von Stopp 2 und Aktivierung der Stillstandsüberwachung bei Stillstand aller Achsen. Bei Verletzung der aktivierten Überwachung wird Stopp 0 eingeleitet.
Sicherheitshalt Stopp 2 Kanal B	29		
Zustimmung Extern 1 Kanal A	21	Zum Anschluss eines externen 2-kanaligen Zustimmungsschalters 1 mit potenzialfreien Kontakten.	Wird kein externer Zustimmungsschalter 1 angeschlossen, müssen Kanal A Pin 20/21 und Kanal B 30/31 gebrückt werden. Nur in den TEST-Betriebsarten wirksam.
Zustimmung Extern 1 Kanal B	31		
Zustimmung Extern 2 Kanal A	23	Zum Anschluss eines externen 2-kanaligen Zustimmungsschalters 2 mit potenzialfreien Kontakten.	Wird kein externer Zustimmungsschalter 2 angeschlossen, müssen Kanal A Pin 22/23 und Kanal B 32/33 gebrückt werden. Nur in den TEST-Betriebsarten wirksam.
Zustimmung Extern 2 Kanal B	33		
NOT-HALT Lokal Kanal A	34	Ausgang, potenzialfreie Kontakte vom internen NOT-HALT. (>>> "CIB_SR Ausgänge" Seite 19)	Die Kontakte sind geschlossen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind: ■ NOT-HALT am SmartPad nicht betätigt ■ Steuerung eingeschaltet und betriebsbereit Wenn eine Bedingung fehlt, dann öffnen sich die Kontakte.
	35		
NOT-HALT Lokal Kanal B	45		
	46		
Bedienerschutz Quittierung Kanal A	36	Ausgang, potenzialfreier Kontakt Bedienerschutz Quittierung Anschluss1	Weiterleitung des Eingangssignals Quittierung Bedienerschutz an andere Robotersteuerungen an der selben Schutzumzäunung.
	37	Ausgang, potenzialfreier Kontakt Bedienerschutz Quittierung Anschluss 2	
Bedienerschutz Quittierung Kanal B	47	Ausgang, potenzialfreier Kontakt Bedienerschutz Quittierung Anschluss 1	
	48	Ausgang, potenzialfreier Kontakt Bedienerschutz Quittierung Anschluss 2	

Signal	Pin	Beschreibung	Bemerkung
Peri enabled Kanal A	38	Ausgang, potenzialfreier Kontakt	(>>> "Signal Peri enabled" Seite 53)
	39	Ausgang, potenzialfreier Kontakt	
Peri enabled Kanal B	49	Ausgang, potenzialfreier Kontakt	
	50	Ausgang, potenzialfreier Kontakt	

Funktion Zustimmungsschalter

- Externe Zustimmung 1

  Zustimmungsschalter muss beim Fahren in T1 oder T2 betätigt werden. Eingang ist geschlossen.
- Externe Zustimmung 2

  Zustimmungsschalter ist nicht in Panikstellung. Eingang ist geschlossen.
- Wenn ein smartPAD angeschlossen ist, sind dessen Zustimmungsschalter und die externe Zustimmung UND-verknüpft.

Funktion (nur bei T1 und T2 aktiv)	Externe Zustimmung 1	Externe Zustimmung 2	Schalterstellung
Sicherheitshalt 1 (Antriebe bei Achsstillstand ausgeschaltet)	Eingang offen	Eingang offen	kein betriebsmäßiger Zustand
Sicherheitshalt 2 (sicherer Betriebshalt, Antriebe eingeschaltet)	Eingang offen	Eingang geschlossen	nicht betätigt
Sicherheitshalt 1 (Antriebe bei Achsstillstand ausgeschaltet)	Eingang geschlossen	Eingang offen	Panikstellung
Achsfreigabe (Verfahren der Achsen möglich)	Eingang geschlossen	Eingang geschlossen	Mittelstellung

Signal Peri enabled

Das Signal Peri enabled wird auf 1 (aktiv) gesetzt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Antriebe sind eingeschaltet.
- Fahrfreigabe der Sicherheitssteuerung vorhanden.
- Die Meldung "Bedienerschutz offen" darf nicht anliegen.

  Diese Meldung liegt nicht in den Betriebsarten T1 und T2 an.

Peri enabled in Abhängigkeit von Signal "Sicherer Betriebshalt"

- Bei Aktivierung des Signals "Sicherer Betriebshalt" während der Bewegung:
  - Fehler -> Bremsen mit Stopp 0. Peri enabled fällt ab.
- Aktivierung des Signals "Sicherer Betriebshalt" bei stehendem Manipulator:

  Bremsen offen, Antriebe in Regelung und Überwachung auf Wiederanlauf. Peri enabled bleibt aktiv.
  - Signal "Fahrfreigabe" bleibt aktiv.
  - Signal "Peri enabled" bleibt aktiv.

Peri enabled in Abhängigkeit von Signal "Sicherheitshalt Stopp 2"

- Bei Aktivierung des Signals "Sicherheitshalt Stopp 2":
  - Stopp2 des Manipulators.
  - Signal "Antriebsfreigabe" bleibt aktiv.
  - Bremsen bleiben geöffnet.
  - Manipulator bleibt in Regelung.

- Überwachung auf Wiederanlauf aktiv.
- Signal "Fahrfreigabe" wird inaktiv.
- Signal "Peri enabled" wird inaktiv.

4.5.2 Schaltungsbeispiel NOT-HALT-Kreis und Schutzeinrichtung

Beschreibung

Die NOT-HALT-Einrichtungen werden in der Robotersteuerung am X11 angeschlossen.

NOT-HALT

⚠ WARNUNG Die NOT-HALT-Einrichtungen an der Robotersteuerung müssen vom Systemintegrator in den NOT-HALT-Kreis der Anlage integriert werden.
Wenn dies nicht geschieht, können Tod, schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschaden die Folge sein.

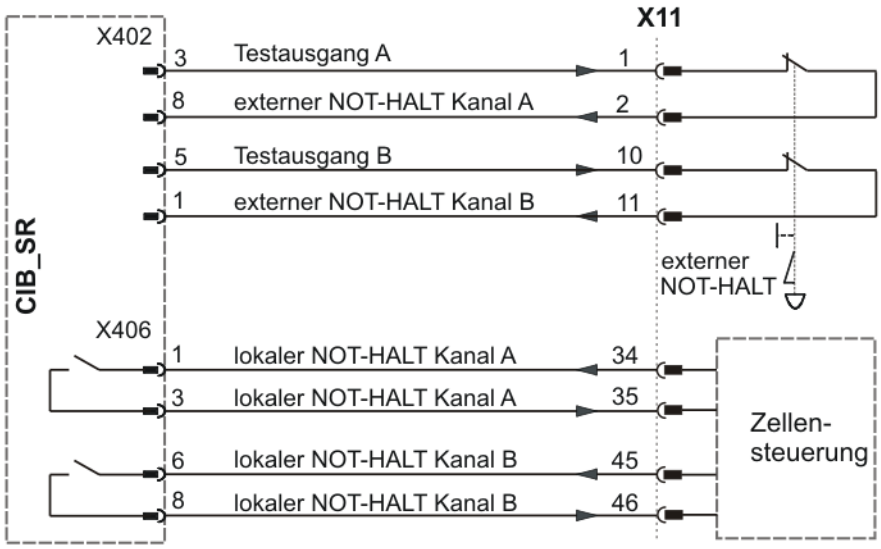


Abb. 4-5: Schaltungsbeispiel: NOT-HALT

Schutztür

Außerhalb der trennenden Schutzeinrichtung muss ein zweikanaliger Quittierungstaster installiert werden. Der Systemintegrator muss sicherstellen, dass durch das versehentliche Schließen der Schutztür das Signal für den Bedienerschutz nicht unmittelbar gesetzt wird. Das Signal für den Bedienerschutz darf nach dem Schließen der Schutztür nur durch eine zusätzliche Einrichtung, die nur außerhalb des Gefahrenbereichs erreichbar ist. Z. B. durch einen Quittierungstaster. Das Schließen der Schutztür muss mit dem Quittierungstaster bestätigt werden, bevor der Industrieroboter wieder im Automatikbetrieb gestartet werden kann.

⚠ WARNUNG Die Schutztür an der Robotersteuerung muss vom Systemintegrator in den Schutzeinrichtungs-Kreis der Anlage integriert werden.
Wenn dies nicht geschieht, können Tod, schwere Verletzungen oder erhebliche Sachschaden die Folge sein.

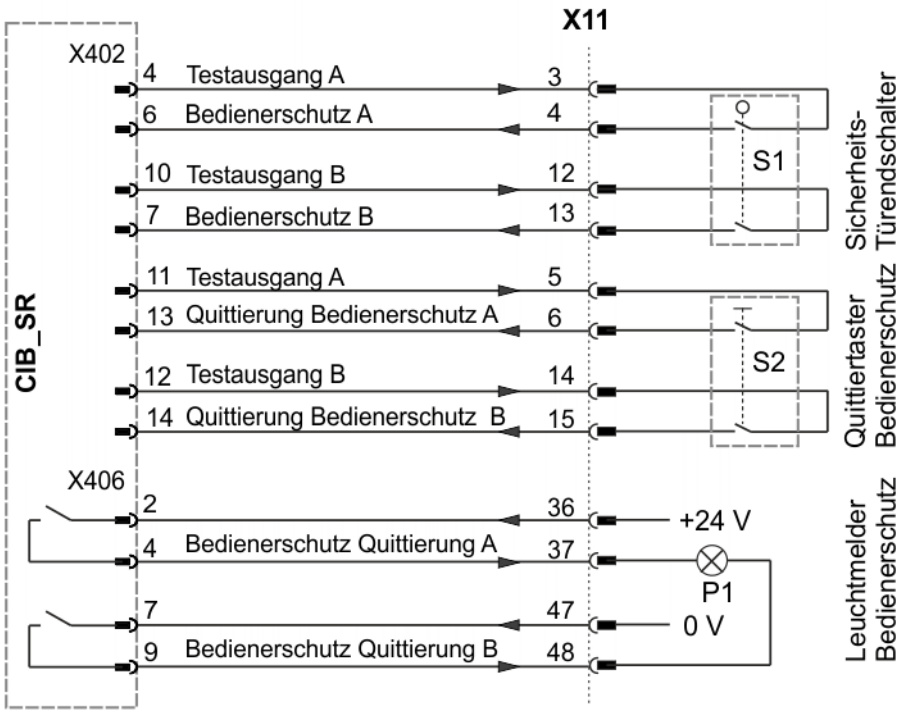


Abb. 4-6: Schaltungsbeispiel: Bedienerschutz mit Schutztür

4.5.3 Beschaltungsbeispiele für sichere Ein- und Ausgänge

Sicherer Eingang

Die Abschaltbarkeit der Eingänge wird zyklisch überwacht.

Die Eingänge des CIB_SR sind zweikanalig mit externer Testung ausgeführt. Die Zeikanaligkeit der Eingänge wird zyklisch überwacht.

Das folgende Bild zeigt exemplarisch den Anschluss eines sicheren Eingangs an einen kundenseitig vorhandenen potenzialfreien Schaltkontakt.

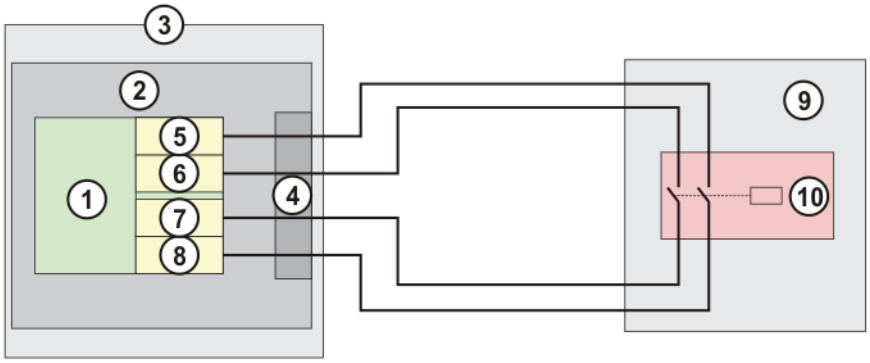


Abb. 4-7: Anbindungsprinzip sicherer Eingang

1 Sicherer Eingang CIB_SR
2 CIB_SR
3 Robotersteuerung
4 Schnittstelle X11
5 Testausgang Kanal B
6 Testausgang Kanal A
7 Eingang X Kanal A
8 Eingang X Kanal B

9 Anlagenseite
10 Potenzialfreier Schaltkontakt

Die Testausgänge A und B werden durch die Versorgungsspannung des CIB_SR versorgt. Die Testausgänge A und B sind dauerkurzschlußfest. Die Testausgänge dürfen nur zur Versorgung der Eingänge des CIB_SR verwendet werden und sind für andere Zwecke nicht zulässig.

Mit der Prinzipbeschaltung kann SIL2 (DIN EN 62061) und KAT3 (DIN EN 13849) erreicht werden.

Dynamische Testung

- Die Eingänge werden zyklisch auf Abschaltbarkeit getestet. Hierfür werden abwechselnd die Testausgänge TA_A und TA_B abgeschaltet.
- Die Abschaltimpulslänge ist für die CIB_SRs auf t1 = 625 µs (125 µs – 2,375 ms) festgelegt.
- Die Zeitdauer t2 zwischen zwei Abschaltimpulsen eines Kanals beträgt 106 ms.
- Der Eingangskanal SIN_x_A muss durch das Testsignal TA_A versorgt werden. Der Eingangskanal SIN_x_B muss durch das Testsignal TA_B versorgt werden. Eine andere Versorgung ist nicht zulässig.
- Es dürfen nur Sensoren angeschlossen werden, die den Anschluss von Testsignalen ermöglichen und potenzialfreie Kontakte zur Verfügung stellen.
- Die Signale TA_A und TA_B dürfen durch das Schaltelement nicht nennenswert verzögert werden.

Abschaltimpuls-Schema

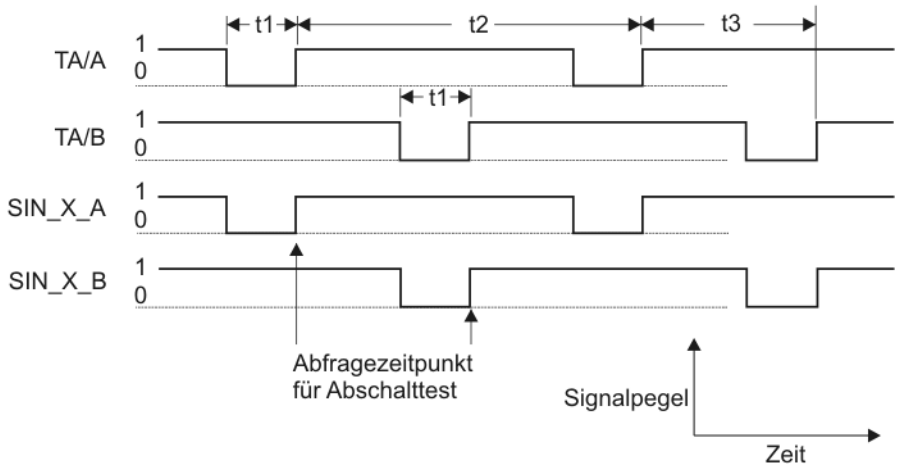


Abb. 4-8: Abschaltimpulsschema Testausgänge

t1 Abschaltimpulslänge (fest oder konfigurierbar)
t2 Abschaltperiodendauer pro Kanal (106 ms)
t3 Versatz zwischen Abschaltimpuls beider Kanäle (53 ms)
TA/A Testausgang Kanal A
TA/B Testausgang Kanal B
SIN_X_A Eingang X Kanal A
SIN_X_B Eingang X Kanal B

Sicherer Ausgang

Auf dem CIB_SR werden die Ausgänge als zweikanalige potenzialfreie Relaisausgänge zur Verfügung gestellt.

Das folgende Bild zeigt exemplarisch den Anschluss eines sicheren Ausgangs an einen kundenseitig vorhandenen sicheren Eingang mit externer Testmöglichkeit. Der kundenseitig verwendete Eingang muss über eine externe Testung auf Querschluß verfügen.

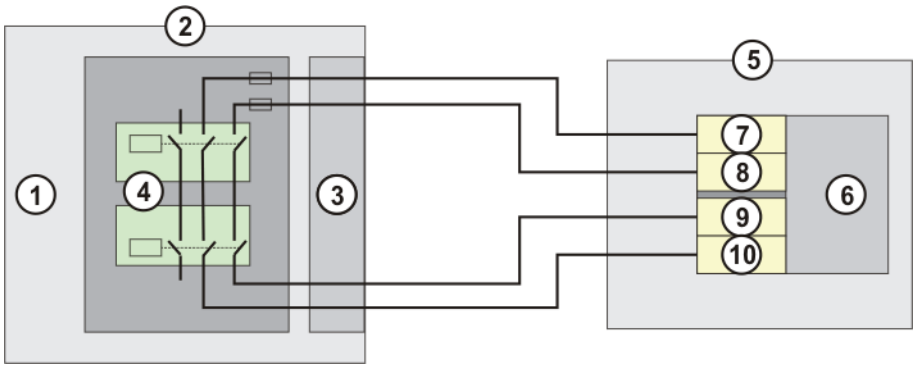


Abb. 4-9: Anbindungsprinzip sicherer Ausgang

1 CIB_SR
2 Robotersteuerung
3 Schnittstelle X11, sicherer Ausgang
4 Ausgangsbeschaltung
5 Anlagenseite
6 Sicherer Eingang (Fail Safe SPS, Sicherheitsschaltgerät)
7 Testausgang Kanal B
8 Testausgang Kanal A
9 Eingang X Kanal A
10 Eingang X Kanal B

Mit der gezeichneten Prinzipbeschaltung kann SIL2 (DIN EN 62061 und KAT3 (DIN EN 13849) erreicht werden.

4.6 Sicherheitsfunktionen über Ethernet-Sicherheitsschnittstelle

Beschreibung

Der Austausch von sicherheitsrelevanten Signalen zwischen Steuerung und Anlage erfolgt über die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle (z. B. PROFIsafe oder CIP Safety). Die Belegung der Ein- und Ausgangszustände im Protokoll der Ethernet-Sicherheitsschnittstelle sind nachfolgend aufgeführt. Zusätzlich werden zu Diagnose und Steuerungszwecken nicht sicherheitsgerichtete Informationen der Sicherheitssteuerung an den nichtsicheren Teil der übergeordneten Steuerung geschickt.

Reserve-Bits

Reservierte sichere Eingänge können von einer SPS mit **0** oder **1** vorbelegt werden. Der Manipulator wird in beiden Fällen fahren. Wird eine Sicherheitsfunktion auf einen reservierten Eingang gelegt (z. B. bei einem Software-Update) und ist dieser Eingang mit **0** vorbelegt, dann würde der Manipulator nicht verfahren oder unerwartet zum Stillstand gebracht.

KUKA empfiehlt eine Vorbelegung der Reserve-Eingänge mit **1**. Wenn ein reservierter Eingang mit einer neuen Sicherheitsfunktion belegt und durch die SPS des Kunden noch nicht genutzt wird, dann wird die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert. Dadurch wird ein unerwartetes Stillstetzen des Manipulators durch die Sicherheitssteuerung verhindert.

Input Byte 0

Bit	Signal	Beschreibung
0	RES	Reserviert 1 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
1	NHE	Eingang für externen NOT-HALT **0** = Externer NOT-HALT ist aktiv **1** = Externer NOT-HALT ist nicht aktiv
2	BS	Bedienerschutz **0** = Bedienerschutz ist nicht aktiv, z. B. Schutztür offen **1** = Bedienerschutz ist aktiv
3	QBS	Quittieren des Bedienerschutzes Voraussetzung für eine Quittierung des Bedienerschutzes ist die Signalisierung "Bedienerschutz sichergestellt" im Bit BS. **Hinweis:** Falls das Signal BS anlagenseitig quittiert wird, muss dies in der Sicherheitskonfiguration unter **Hardware-Optionen** angegeben werden. Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden. **0** = Bedienerschutz ist nicht quittiert Flanke **0** ->**1** = Bedienerschutz ist quittiert
4	SHS1	Sicherheitshalt STOP 1 (alle Achsen) ■ FF (Fahrfreigabe) wird auf **0** gesetzt ■ US2 Spannung wird abgeschaltet ■ AF (Antriebsfreigabe) wird nach 1,5 sec auf **0** gesetzt Die Aufhebung dieser Funktion muss nicht quittiert werden. Dieses Signal ist nicht zulässig für NOT-HALT Funktion. **0** = Sicherheitshalt ist aktiv **1** = Sicherheitshalt ist nicht aktiv
5	SHS2	Sicherheitshalt STOP 2 (alle Achsen) ■ FF (Fahrfreigabe) wird auf **0** gesetzt ■ US2 Spannung wird abgeschaltet Die Aufhebung dieser Funktion muss nicht quittiert werden. Dieses Signal ist nicht zulässig für NOT-HALT Funktion. **0** = Sicherheitshalt ist aktiv **1** = Sicherheitshalt ist nicht aktiv
6	RES	-
7	RES	-

Input Byte 1

Bit	Signal	Beschreibung
0	US2	US2 Versorgungsspannung (Signal zum Schalten der zweiten ungepufferten Versorgungsspannung US2) Wenn dieser Eingang nicht benutzt wird, dann sollte er mit 0 belegt werden. **0** = US2 ausschalten **1** = US2 einschalten **Hinweis:** Ob und wie der Eingang US2 verwendet wird, muss in der Sicherheitskonfiguration unter **Hardware-Optionen** angegeben werden. Informationen sind in der Bedien- und Programmieranleitung für Systemintegratoren zu finden.
1	SBH	Sicherer Betriebshalt (alle Achsen) Voraussetzung: Alle Achsen stehen Die Aufhebung dieser Funktion muss nicht quittiert werden. Dieses Signal ist nicht zulässig für NOT-HALT Funktion. **0** = Sicherer Betriebshalt ist aktiv **1** = Sicherer Betriebshalt ist nicht aktiv
2	RES	Reserviert 11 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
3	RES	Reserviert 12 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
4	RES	Reserviert 13 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
5	RES	Reserviert 14 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
6	RES	Reserviert 15 Der Eingang ist mit **1** zu belegen
7	SPA	System Powerdown Acknowledge (Bestätigung Steuerung herunterfahren) Die Anlage bestätigt, dass sie das Powerdown-Signal erhalten hat. Eine Sekunde nach Setzen des Signals SP (System Powerdown) durch die Steuerung wird die angeforderte Aktion auch ohne die Bestätigung durch die SPS durchgeführt und die Steuerung fährt herunter. **0** = Bestätigung ist nicht aktiv **1** = Bestätigung ist aktiv

Output Byte 0

Bit	Signal	Beschreibung
0	NHL	Lokaler NOT-HALT (Lokaler NOT-HALT wurde ausgelöst) **0** = Lokaler NOT-HALT ist aktiv **1** = Lokaler NOT-HALT ist nicht aktiv
1	AF	Antriebsfreigabe (Die KRC interne Sicherheitssteuerung hat die Antriebe zum Einschalten freigegeben) **0** = Antriebsfreigabe ist nicht aktiv (Die Robotersteuerung muss die Antriebe ausschalten) **1** = Antriebsfreigabe ist aktiv (Die Robotersteuerung darf die Antriebe in Regelung schalten)
2	FF	Fahrfreigabe (Die KRC interne Sicherheitssteuerung hat Roboterbewegungen freigegeben) **0** = Fahrfreigabe ist nicht aktiv (Die Robotersteuerung muss die aktuelle Bewegung stoppen) **1** = Fahrfreigabe ist aktiv (Die Robotersteuerung darf eine Bewegung auslösen)
3	ZS	Einer der Zustimmungsschalter befindet sich in Mittelstellung (Zustimmung im Testbetrieb wird erteilt) **0** = Zustimmung ist nicht aktiv **1** = Zustimmung ist aktiv
4	PE	Das Signal Peri enabled wird auf 1 (aktiv) gesetzt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind: ■ Antriebe sind eingeschaltet. ■ Fahrfreigabe der Sicherheitssteuerung vorhanden. ■ Die Meldung "Bedienerschutz offen" darf nicht anliegen.
5	AUT	Der Manipulator befindet sich in der Betriebsart AUT oder AUT EXT **0** = Betriebsart AUT oder AUT EXT ist nicht aktiv **1** = Betriebsart AUT oder AUT EXT ist aktiv
6	T1	Der Manipulator befindet sich in der Betriebsart manuell reduzierte Geschwindigkeit **0** = Betriebsart T1 ist nicht aktiv **1** = Betriebsart T1 ist aktiv
7	T2	Der Manipulator befindet sich in der Betriebsart manuell hohe Geschwindigkeit **0** = Betriebsart T2 ist nicht aktiv **1** = Betriebsart T2 ist aktiv

Output Byte 1

Bit	Signal	Beschreibung
0	NHE	Externer NOT-HALT wurde ausgelöst **0** = Externer NOT-HALT ist aktiv **1** = Externer NOT-HALT ist nicht aktiv
1	BS	Bedienerschutz **0** = Bedienerschutz ist nicht sichergestellt **1** = Bedienerschutz ist sichergestellt (Eingang BS = 1 und, falls konfiguriert, Eingang QBS quittiert)
2	SHS1	Sicherheitshalt Stopp 1 (alle Achsen) **0** = Sicherheitshalt Stopp 1 ist nicht aktiv **1** = Sicherheitshalt Stopp 1 ist aktiv (sicherer Zustand erreicht)
3	SHS2	Sicherheitshalt Stopp 2 (alle Achsen) **0** = Sicherheitshalt Stopp 2 ist nicht aktiv **1** = Sicherheitshalt Stopp 2 ist aktiv (sicherer Zustand erreicht)
4	RES	Reserviert 13
5	RES	Reserviert 14
6	PSA	Sicherheitsschnittstelle aktiv Voraussetzung: Auf der Steuerung muss eine Ethernet-Schnittstelle installiert sein, z. B. PROFINET oder Ethernet/IP **0** = Sicherheitsschnittstelle ist nicht aktiv **1** = Sicherheitsschnittstelle ist aktiv
7	SP	System Powerdown (Steuerung wird heruntergefahren) Eine Sekunde nach Setzen des Signals SP wird von der Robotersteuerung ohne Bestätigung der SPS der Ausgang PSA zurückgesetzt und die Steuerung fährt herunter. **0** = Steuerung an Sicherheitsschnittstelle aktiv **1** = Steuerung wird heruntergefahren

4.6.1 Zustimmungsschalter Prinzipschaltung

Beschreibung

An die übergeordnete Sicherheitssteuerung kann ein externer Zustimmungsschalter angeschlossen werden. Die Signale (ZSE Schließer-Kontakt und Panik Extern Öffner-Kontakt) müssen richtig mit den Ethernet-Sicherheitsschnittstellen -Signalen in der Sicherheitssteuerung verknüpft werden. Die resultierenden Ethernet-Sicherheitsschnittstellen-Signale müssen dann auf den PROFIsafe des KR C4 gelegt werden. Das Verhalten für den externen Zustimmungsschalter ist dann mit einem diskret angeschlossenen X11 identisch.

Signale

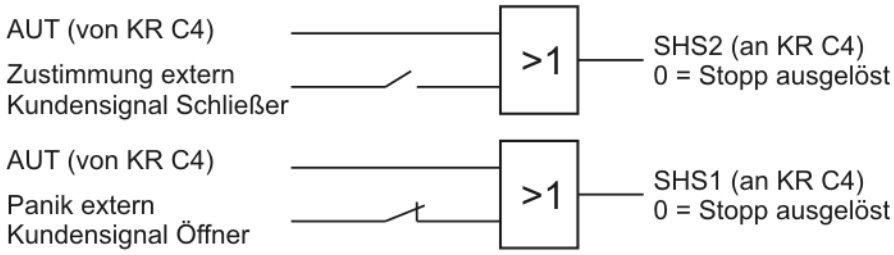


Abb. 4-10: Prinzipschaltung externer Zustimmungsschalter

- Zustimmungsschalter Mittelstellung (Schließer geschlossen (1) = Zustimmung erteilt) ODER AUT an SHS2
- Panik (Öffner geöffnet (0) = Panikstellung) = UND nicht AUT an SHS1

4.6.2 SafeOperation über Ethernet-Sicherheitsschnittstelle (Option)

Beschreibung

Die Komponenten des Industrieroboters bewegen sich innerhalb der konfigurierten und aktivierten Grenzen. Die Istpositionen werden ständig berechnet und gemäß der eingestellten sicheren Parameter überwacht. Die Sicherheitssteuerung überwacht den Industrieroboter mit den eingestellten sicheren Parametern. Wenn eine Komponente des Industrieroboters eine Überwachungsgrenze oder einen sicheren Parameter verletzt, stoppen Manipulator und Zusatzachsen (optional). Über die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle kann z. B. eine Verletzung von Sicherheitsüberwachungen gemeldet werden.

Bei der Robotersteuerung KR C4 compact sind Sicherheitsoptionen, z. B. SafeOperation, erst ab einer KSS/VSS 8.3 oder höher über die Ethernet-Sicherheitsschnittstelle verfügbar.

Reserve-Bits

Reservierte sichere Eingänge können von einer SPS mit **0** oder **1** vorbelegt werden. Der Manipulator wird in beiden Fällen fahren. Wird eine Sicherheitsfunktion auf einen reservierten Eingang gelegt (z. B. bei einem Software-Update) und ist dieser Eingang mit **0** vorbelegt, dann würde der Manipulator nicht verfahren oder unerwartet zum Stillstand gebracht.

KUKA empfiehlt eine Vorbelegung der Reserve-Eingänge mit **1**. Wenn ein reservierter Eingang mit einer neuen Sicherheitsfunktion belegt und durch die SPS des Kunden noch nicht genutzt wird, dann wird die Sicherheitsfunktion nicht aktiviert. Dadurch wird ein unerwartetes Stillstetzen des Manipulators durch die Sicherheitssteuerung verhindert.

Input Byte 2

Bit	Signal	Beschreibung
0	JR	Justagereferenzierung (Eingang für Referenztaster der Justageprüfung) **0** = Referenztaster ist aktiv (bedämpft) **1** = Referenztaster ist nicht aktiv (nicht bedämpft)

Bit	Signal	Beschreibung
1	VRED	Reduzierte achsspezifische und kartesische Geschwindigkeit (Aktivierung der reduzierten Geschwindigkeitsüberwachung) **0** = Reduzierte Geschwindigkeitsüberwachung ist aktiv **1** = Reduzierte Geschwindigkeitsüberwachung ist nicht aktiv
2 … 7	SBH1 … 6	Sicherer Betriebshalt für Achsgruppe 1 … 6 Zuordnung: Bit 2 = Achsgruppe 1 … Bit 7 = Achsgruppe 6 Signal für den sicheren Betriebshalt. Die Funktion löst keinen Stopp aus, sondern aktiviert nur die sichere Stillstandsüberwachung. Die Aufhebung dieser Funktion muss nicht quittiert werden. **0** = Sicherer Betriebshalt ist aktiv **1** = Sicherer Betriebshalt ist nicht aktiv

Input Byte 3

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	RES	Reserviert 25 … 32 Die Eingänge sind mit **1** zu belegen

Input Byte 4

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	UER1 … 8	Überwachungsräume 1 … 8 Zuordnung: Bit 0 = Überwachungsraum 1 … Bit 7 = Überwachungsraum 8 **0** = Überwachungsraum ist aktiv **1** = Überwachungsraum ist nicht aktiv

Input Byte 5

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	UER9 … 16	Überwachungsräume 9 … 16 Zuordnung: Bit 0 = Überwachungsraum 9 … Bit 7 = Überwachungsraum 16 **0** = Überwachungsraum ist aktiv **1** = Überwachungsraum ist nicht aktiv

Input Byte 6

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	WZ1 … 8	Werkzeugauswahl 1… 8 Zuordnung: Bit 0 = Werkzeug 1… Bit 7 = Werkzeug 8 **0** = Werkzeug ist nicht aktiv **1** = Werkzeug ist aktiv Es muss immer genau ein Werkzeug ausgewählt sein.

Input Byte 7

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	WZ9 … 16	Werkzeugauswahl 9 … 16 Zuordnung: Bit 0 = Werkzeug 9 … Bit 7 = Werkzeug 16 **0** = Werkzeug ist nicht aktiv **1** = Werkzeug ist aktiv Es muss immer genau ein Werkzeug ausgewählt sein.

Output Byte 2

Bit	Signal	Beschreibung
0	SO	Sicherheitsoption aktiv Aktivierungszustand von SafeOperation **0** = Sicherheitsoption ist nicht aktiv **1** = Sicherheitsoption ist aktiv
1	RR	Manipulator referenziert Anzeige der Überprüfung der Justage **0** = Justage-Referenzierung ist erforderlich **1** = Justage-Referenzierung wurde erfolgreich durchgeführt
2	JF	Justagefehler Die Raumüberwachung ist deaktiviert, weil mindestens eine Achse nicht justiert ist **0** = Justagefehler. Die Raumüberwachung wurde deaktiviert **1** = kein Fehler
3	VRED	Reduzierte achsspezifische und kartesische Geschwindigkeit (Aktivierungszustand der reduzierten Geschwindigkeitsüberwachung) **0** = Reduzierte Geschwindigkeitsüberwachung ist nicht aktiv **1** = Reduzierte Geschwindigkeitsüberwachung ist aktiv
4 … 7	SBH1 … 4	Aktivierungszustand des sicheren Betriebshalts für Achsgruppe 1 … 4 Zuordnung: Bit 4 = Achsgruppe 1 … Bit 7 = Achsgruppe 4 **0** = Sicherer Betriebshalt ist nicht aktiv **1** = Sicherer Betriebshalt ist aktiv

Output Byte 3

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 1	SBH5 … 6	Aktivierungszustand des sicheren Betriebshalts für Achsgruppe 5 … 6 Zuordnung: Bit 0 = Achsgruppe 5 … Bit 1 = Achsgruppe 6 **0** = Sicherer Betriebshalt ist nicht aktiv **1** = Sicherer Betriebshalt ist aktiv
2 … 7	RES	Reserviert 27 … 32

Output Byte 4

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	MR1 … 8	Melderaum 1 … 8 Zuordnung: Bit 0 = Melderaum 1 (Basierender Überwachungsraum 1) … Bit 7 = Melderaum 8 (Basierender Überwachungsraum 8) **0** = Überwachungsraum ist verletzt **1** = Überwachungsraum ist nicht verletzt **Hinweis**: Ein nicht aktiver Überwachungsraum gilt defaultmäßig als verletzt, d. h. in diesem Fall besitzt der zugehörige sichere Ausgang MR*x* den Zustand "0".

Output Byte 5

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	MR9 … 16	Melderaum 9 … 16 Zuordnung: Bit 0 = Melderaum 9 (Basierender Überwachungsraum 9) … Bit 7 = Melderaum 16 (Basierender Überwachungsraum 16) **0** = Überwachungsraum ist verletzt **1** = Überwachungsraum ist nicht verletzt **Hinweis**: Ein nicht aktiver Überwachungsraum gilt defaultmäßig als verletzt, d. h. in diesem Fall besitzt der zugehörige sichere Ausgang MR*x* den Zustand "0".

Output Byte 6

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	RES	Reserviert 49 … 56

Output Byte 7

Bit	Signal	Beschreibung
0 … 7	RES	Reserviert 57 … 64

4.6.3 KUKA Line Interface X66

Beschreibung

Der Stecker X66 im Anschlussfeld ist für den Anschluss eines externen Computers zur Installation, Programmierung, Debuggung und Diagnose.

Steckerbelegung

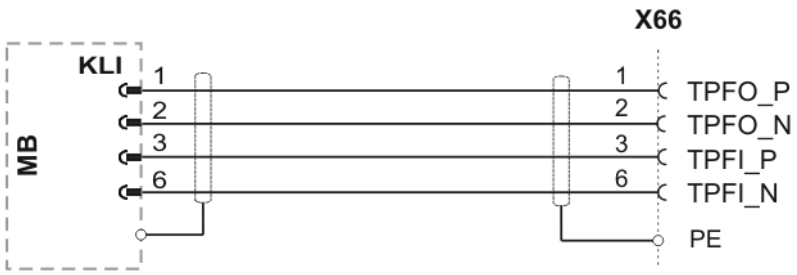


Abb. 4-11: Steckerbelegung X66

Empfohlene Leitung

Ethernet tauglich min. Kategorie CAT 5.

4.7 Justage-Referenzierung

Für eine Justage-Referenzierung muss ein Referenztaster an der Sicherheits-SPS angeschlossen und über PROFIsafe oder CIP Safety aktiviert werden. Die Sicherheits-SPS muss den Referenztaster auswerten und den Eingang Justage Prüfung entsprechend setzen.

4.8 Schnittstelle EtherCAT X65

Beschreibung

Der Stecker X65 im Anschlussfeld ist die Schnittstelle für den Anschluss von EtherCAT Slaves außerhalb der Robotersteuerung. Der EtherCAT-Strang wird aus der Robotersteuerung geführt.

> Die EtherCAT-Teilnehmer müssen mit WorkVisual konfiguriert werden.

Steckerbelegung

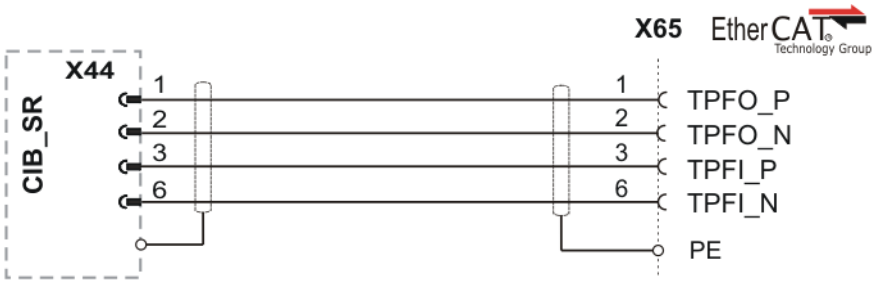


Abb. 4-12: Steckerbelegung X65 über CIB_SR

Steckerbelegung

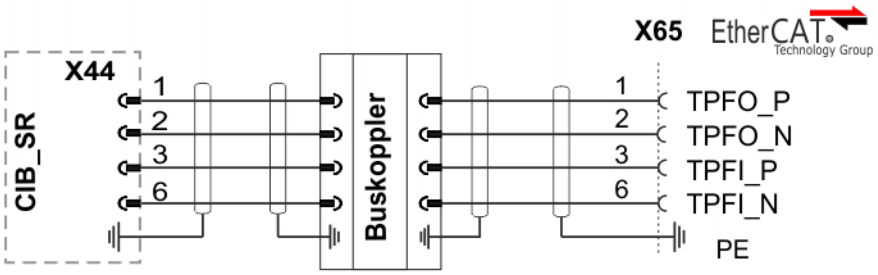


Abb. 4-13: Steckerbelegung X65 über Buskoppler

Empfohlene Leitung

Ethernet tauglich min. Kategorie CAT 5.

4.9 Service Interface X69

Beschreibung

Der Stecker X69 im Anschlussfeld ist für den Anschluss eines Notebooks zur Diagnose, WorkVisual-Konfiguration, Update, etc. vorgesehen.

Steckerbelegung

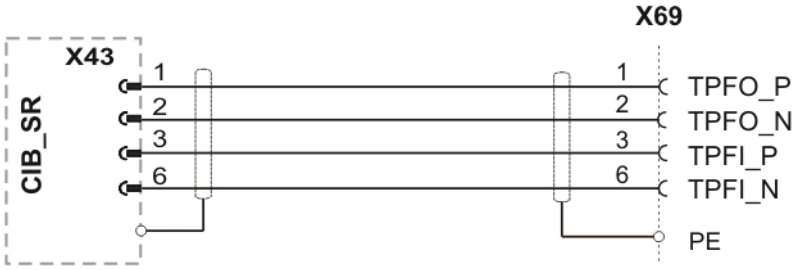


Abb. 4-14: Steckerbelegung X69 über CIB_SR

Empfohlene Leitung Ethernet tauglich min. Kategorie CAT 5.

4.10 PE-Potentialausgleich

Beschreibung

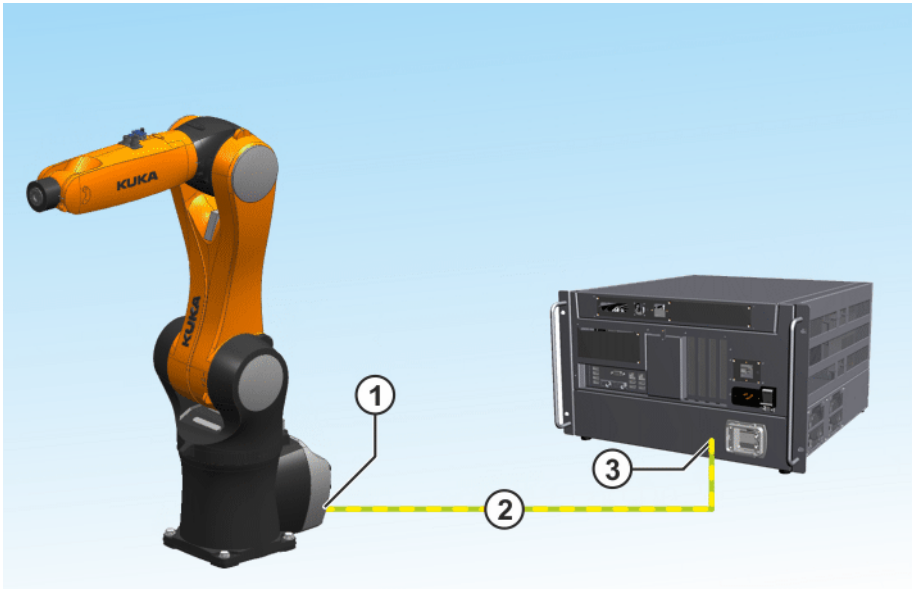


Abb. 4-15: Potentialausgleich zwischen Manipulator und Robotersteuerung

Es muss mindestens eine 4 mm^2 Leitung als Potenzialausgleich zwischen Manipulator und Robotersteuerung verwendet werden.

1	Potentialausgleich-Anschluss am Manipulator	3	Potentialausgleich-Anschluss an Robotersteuerung
2	Potentialausgleich min. 4 mm^2		

4.11 Performance Level

Die Sicherheitsfunktionen der Robotersteuerung erfüllen die Kategorie 3 und Performance Level (PL) d nach EN ISO 13849-1.

4.11.1 PFH-Werte der Sicherheitsfunktionen

Für die sicherheitstechnischen Kenngrößen ist eine Gebrauchsdauer von 20 Jahren zugrunde gelegt.

Die PFH-Wert-Einstufung der Steuerung ist nur gültig, wenn die NOT-HALT-Einrichtung mindestens alle 6 Monate betätigt wird

Bei der Bewertung der Sicherheitsfunktionen auf Anlagenebene ist zu berücksichtigen, dass die PFH-Werte bei einer Kombination von mehreren Steuerungen gegebenenfalls mehrfach berücksichtigt werden müssen. Dies ist bei RoboTeam-Anlagen oder bei überlagerten Gefährdungsbereichen der Fall. Der für die Sicherheitsfunktion auf Anlagenebene ermittelte PFH-Wert darf die Grenze für PL d nicht überschreiten.

Die PFH-Werte beziehen sich jeweils auf die Sicherheitsfunktionen der verschiedenen Steuerungsvarianten.

Gruppen der Sicherheitsfunktionen:

- Standard Sicherheitsfunktionen
  - Betriebsartenwahl
  - Bedienerschutz
  - NOT-HALT-Einrichtung
  - Zustimmeinrichtung
  - Externer sicherer Betriebshalt
  - Externer Sicherheitshalt 1
  - Externer Sicherheitshalt 2
  - Geschwindigkeitsüberwachung in T1
- Sicherheitsfunktionen von KUKA.SafeOperation (Option)
  - Überwachung von Achsräumen
  - Überwachung von kartesischen Räumen
  - Überwachung der Achsgeschwindigkeit
  - Überwachung der kartesischen Geschwindigkeit
  - Überwachung der Achsbeschleunigung
  - Sicherer Betriebshalt
  - Überwachung der Werkzeuge

Übersicht Steuerungsvariante - PFH-Werte:

Robotersteuerungsvariante	PFH-Wert
KR C4 compact	$< 6{,}37 \times 10^{-8}$

Für Steuerungsvarianten, die hier nicht aufgeführt sind, wenden Sie sich bitte an die KUKA Roboter GmbH.

5 Transport

5.1 Transport der Robotersteuerung

Voraussetzungen

- Gehäuse der Robotersteuerung geschlossen.
- An der Robotersteuerung dürfen keine Leitungen angeschlossen sein.
- Robotersteuerung muss waagerecht liegend transportiert werden.

Vorgehensweise

- Die Robotersteuerung mit einem Hubwagen oder Gabelstapler transportieren. Dazu muss die Robotersteuerung auf einer Palette liegen.

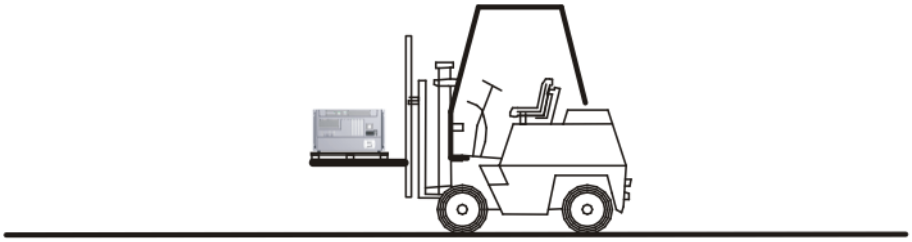


Abb. 5-1: Transport mit Gabelstapler

Wenn die Robotersteuerung während des Transports in einem Schaltschrank eingebaut ist, kann es zu Erschütterungen (Aufschwingen) kommen. Durch diese Erschütterungen kann es zu Kontaktproblemen der PC-Einsteckkarten kommen.

6 Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme

6.1 Robotersteuerung aufstellen

Beschreibung

Die Robotersteuerung kann in ein 19" Rack eingebaut oder als Einzelgerät aufgestellt werden.

Voraussetzungen

- Wird die Robotersteuerung in ein 19" Rack eingebaut, muss die Tiefe mindestens 600 mm betragen.
- Beide Seiten der Robotersteuerung müssen für die Kühlluft zugänglich sein.

Vorgehensweise

1. Robotersteuerung auf Transportschäden prüfen.
2. Robotersteuerung nur in waagerechter Lage aufstellen.

6.2 Verbindungsleitungen anschließen

Übersicht

Dem Robotersystem liegt ein Kabelsatz bei und besteht in der Grundausstattung aus:

- Motor- /Datenleitung
- Netzanschluss-Leitung

  Für zusätzliche Anwendungen können folgende Kabel beiliegen:
- Periepherieleitungen

Vorgehensweise

1. Motorstecker X20 an der Antriebsbox anstecken.
2. Datenleitungsstecker X21 an der Steuerbox anstecken.

Steckerbelegung X20

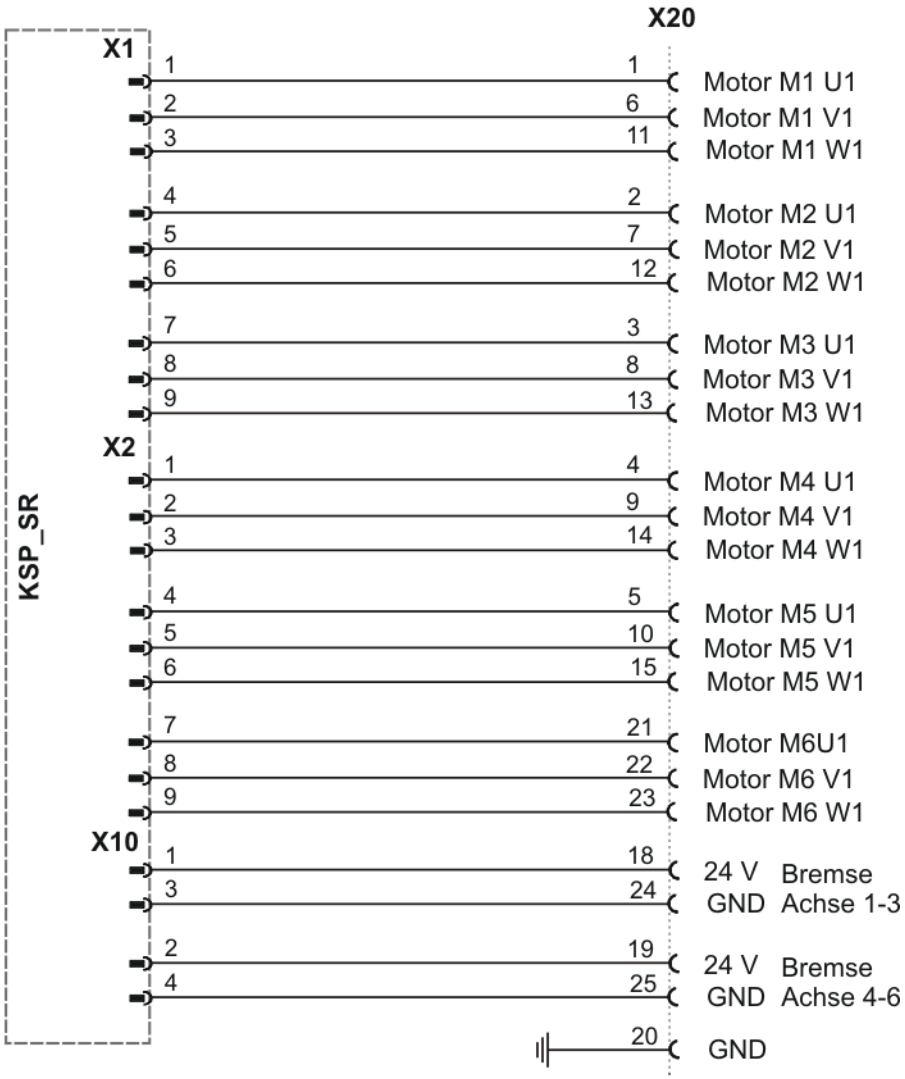


Abb. 6-1: Steckerbelegung X20

Steckerbelegung X21

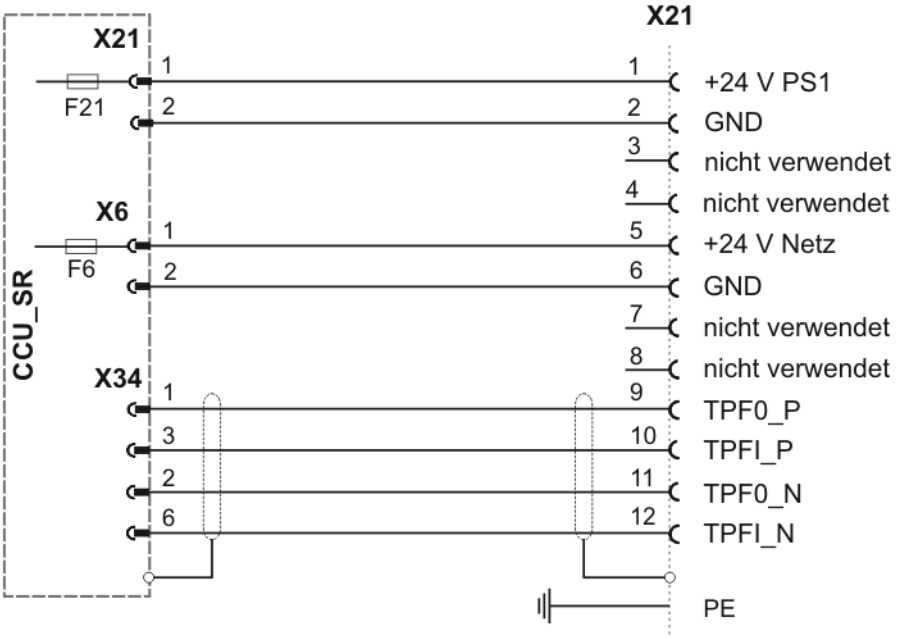


Abb. 6-2: Steckerbelegung X21

6.3 KUKA smartPAD anstecken

Vorgehensweise

- KUKA smartPAD an X19 der Robotersteuerung anstecken.

> **⚠ WARNUNG** Wenn das smartPAD abgesteckt ist, kann die Anlage nicht mehr über das NOT-HALT-Gerät des smartPAD abgeschaltet werden. Deshalb muss ein externer NOT-HALT an der Robotersteuerung angeschlossen werden.
> Der Betreiber muss dafür sorgen, dass das abgesteckte smartPAD sofort aus der Anlage entfernt wird. Das smartPAD muss außer Sicht- und Reichweite des am Industrieroboter arbeitenden Personals verwahrt werden. Dadurch werden Verwechslungen zwischen wirksamen und nicht wirksamen NOT-HALT-Einrichtungen vermieden.
> Wenn diese Maßnahmen nicht beachtet werden, können Tod, Verletzungen oder Sachschaden die Folge sein.

Steckerbelegung X19

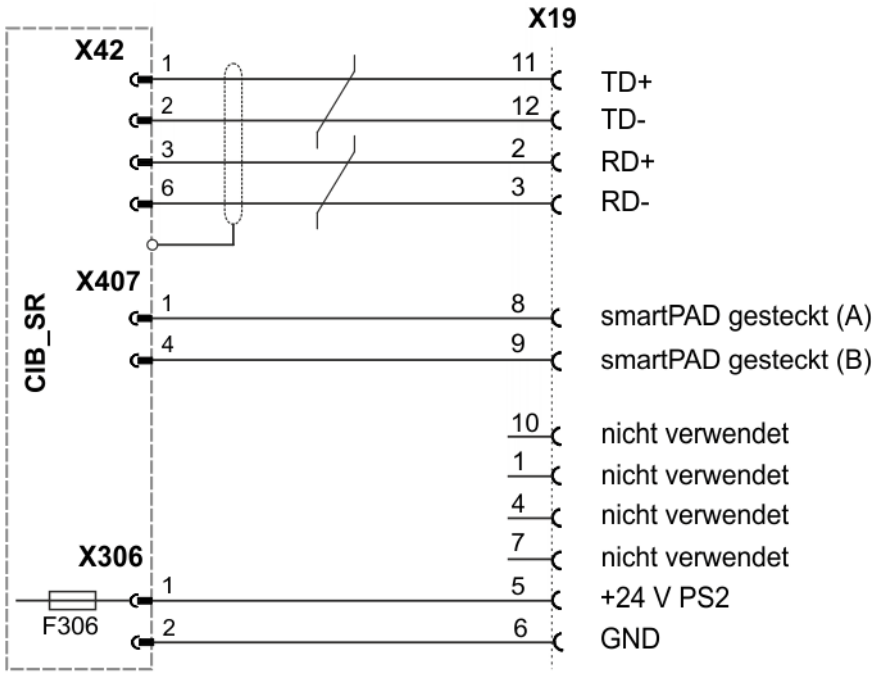


Abb. 6-3: Steckerbelegung X19

6.4 PE-Potenzialausgleich anschließen

Vorgehensweise

1. Eine 4 mm^2 Leitung als Potenzialausgleich bauseitig zwischen Manipulator und Robotersteuerung verlegen und anschließen. (>>> 4.10 "PE-Potentialausgleich" Seite 67)
   Potenzialausgleich auf dem kürzesten Weg von der Robotersteuerung zum Manipulator verlegen.
2. Robotersteuerung bauseitig erden.
3. Am kompletten Robotersystem eine Schutzleiterprüfung nach DIN EN 60204-1 durchführen.

6.5 Robotersteuerung an das Netz anschließen

Beschreibung

Die Robotersteuerung wird über eine 3-polige Kaltgeräte-Steckdose mit dem Netz verbunden.

Voraussetzung

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet.
- Netzzuleitung ist spannungsfrei geschaltet.

Vorgehensweise

- Robotersteuerung über den Netzstecker mit dem Netz verbinden.

6.6 Akku Entladeschutz aufheben

Beschreibung

Um eine Entladung der Akkus vor der Erstinbetriebnahme zu vermeiden, wurde bei Auslieferung der Robotersteuerung der Stecker X305 an der CCU_SR abgezogen.

Vorgehensweise

- Stecker X305 an der CCU_SR einstecken.

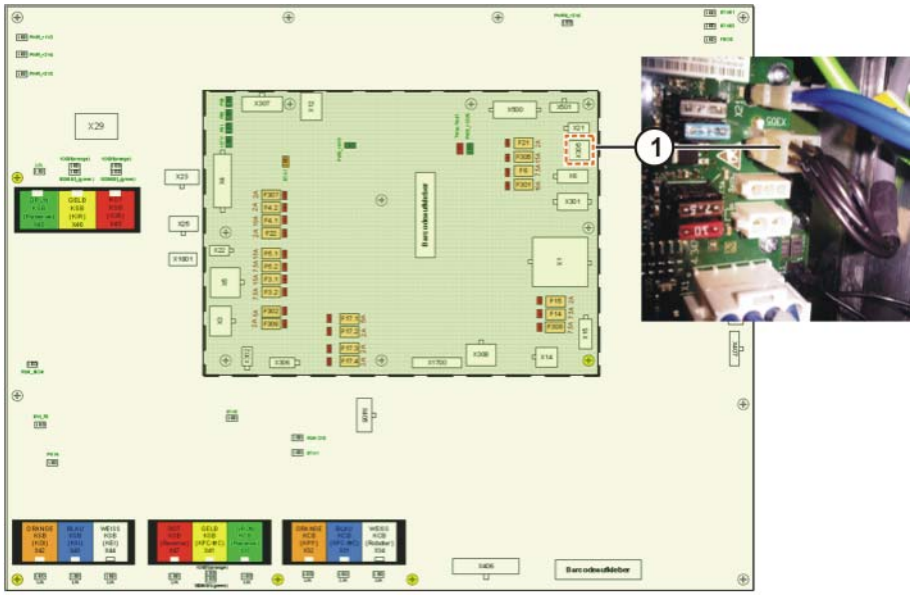


Abb. 6-4: Akku Entladeschutz X305

1 Stecker X305 auf der CCU_SR

6.7 Stecker X11 konfigurieren und anstecken

Voraussetzung

- Robotersteuerung ist ausgeschaltet.

Vorgehensweise

1. Stecker X11 nach Anlagen- und Sicherheitskonzept konfigurieren. (>>> 4.5.1 "Sicherheits-Schnittstelle X11" Seite 50)
2. Schnittstellenstecker X11 an der Robotersteuerung anstecken.

HINWEIS Der Stecker X11 darf nur ein- oder ausgesteckt werden, wenn die Robotersteuerung ausgeschaltet ist. Wenn der Stecker X11 unter Spannung ein- oder ausgesteckt wird, kann es zu Sachschäden kommen.

6.8 Robotersteuerung einschalten

Voraussetzungen

- Manipulator ist gemäß Betriebsanleitung aufgebaut.
- Alle elektrischen Verbindungen sind korrekt und die Energie liegt in den angegebenen Grenzen.
- Gehäuse der Robotersteuerung geschlossen.
- Die peripheren Einrichtungen sind richtig angeschlossen.
- Es dürfen sich keine Personen oder Gegenstände im Gefahrenbereich des Manipulators befinden.
- Alle Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen sind vollständig und funktionstüchtig.

- Die Innentemperatur der Robotersteuerung muss sich der Umgebungstemperatur angepasst haben.

Vorgehensweise

1. NOT-HALT-Gerät am smartPAD entriegeln.
2. Hauptschalter einschalten.
   Der Steuerungs-PC beginnt mit dem Hochfahren (Laden) des Betriebssystems und der Steuerungssoftware.

Informationen zur Bedienung des Manipulators über das smartPAD sind in der Bedien- und Programmieranleitung KUKA System Software enthalten.

7 KUKA Service

7.1 Support-Anfrage

Einleitung

Diese Dokumentation bietet Informationen zu Betrieb und Bedienung und unterstützt Sie bei der Behebung von Störungen. Für weitere Anfragen steht Ihnen die lokale Niederlassung zur Verfügung.

Informationen

Zur Abwicklung einer Anfrage werden folgende Informationen benötigt:

- Typ und Seriennummer des Manipulators
- Typ und Seriennummer der Steuerung
- Typ und Seriennummer der Lineareinheit (wenn vorhanden)
- Typ und Seriennummer der Energiezuführung (wenn vorhanden)
- Version der System Software
- Optionale Software oder Modifikationen
- Diagnosepaket **KrcDiag**

  Für KUKA Sunrise zusätzlich: Vorhandene Projekte inklusive Applikationen

  Für Versionen der KUKA System Software älter als V8: Archiv der Software (**KrcDiag** steht hier noch nicht zur Verfügung.)
- Vorhandene Applikation
- Vorhandene Zusatzachsen
- Problembeschreibung, Dauer und Häufigkeit der Störung

7.2 KUKA Customer Support

Verfügbarkeit

Der KUKA Customer Support ist in vielen Ländern verfügbar. Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung!

Argentinien

Ruben Costantini S.A. (Agentur)
Luis Angel Huergo 13 20
Parque Industrial
2400 San Francisco (CBA)
Argentinien
Tel. +54 3564 421033
Fax +54 3564 428877
ventas@costantini-sa.com

Australien

Headland Machinery Pty. Ltd.
Victoria (Head Office & Showroom)
95 Highbury Road
Burwood
Victoria 31 25
Australien
Tel. +61 3 9244-3500
Fax +61 3 9244-3501
vic@headland.com.au
www.headland.com.au

Belgien

KUKA Automatisering + Robots N.V.
Centrum Zuid 1031
3530 Houthalen
Belgien
Tel. +32 11 516160
Fax +32 11 526794
info@kuka.be
www.kuka.be

Brasilien

KUKA Roboter do Brasil Ltda.
Travessa Claudio Armando, nº 171
Bloco 5 - Galpões 51/52
Bairro Assunção
CEP 09861-7630 São Bernardo do Campo - SP
Brasilien
Tel. +55 11 4942-8299
Fax +55 11 2201-7883
info@kuka-roboter.com.br
www.kuka-roboter.com.br

Chile

Robotec S.A. (Agency)
Santiago de Chile
Chile
Tel. +56 2 331-5951
Fax +56 2 331-5952
robotec@robotec.cl
www.robotec.cl

China

KUKA Robotics China Co.,Ltd.
Songjiang Industrial Zone
No. 388 Minshen Road
201612 Shanghai
China
Tel. +86 21 6787-1888
Fax +86 21 6787-1803
www.kuka-robotics.cn

Deutschland

KUKA Roboter GmbH
Zugspitzstr. 140
86165 Augsburg
Deutschland
Tel. +49 821 797-4000
Fax +49 821 797-1616
info@kuka-roboter.de
www.kuka-roboter.de

Frankreich

KUKA Automatisme + Robotique SAS
Techvallée
6, Avenue du Parc
91140 Villebon S/Yvette
Frankreich
Tel. +33 1 6931660-0
Fax +33 1 6931660-1
commercial@kuka.fr
www.kuka.fr

Indien

KUKA Robotics India Pvt. Ltd.
Office Number-7, German Centre,
Level 12, Building No. - 9B
DLF Cyber City Phase III
122 002 Gurgaon
Haryana
Indien
Tel. +91 124 4635774
Fax +91 124 4635773
info@kuka.in
www.kuka.in

Italien

KUKA Roboter Italia S.p.A.
Via Pavia 9/a - int.6
10098 Rivoli (TO)
Italien
Tel. +39 011 959-5013
Fax +39 011 959-5141
kuka@kuka.it
www.kuka.it

Japan

KUKA Robotics Japan K.K.
YBP Technical Center
134 Godo-cho, Hodogaya-ku
Yokohama, Kanagawa
240 0005
Japan
Tel. +81 45 744 7691
Fax +81 45 744 7696
info@kuka.co.jp

Kanada

KUKA Robotics Canada Ltd.
6710 Maritz Drive - Unit 4
Mississauga
L5W 0A1
Ontario
Kanada
Tel. +1 905 670-8600
Fax +1 905 670-8604
info@kukarobotics.com
www.kuka-robotics.com/canada

Korea

KUKA Robotics Korea Co. Ltd.
RIT Center 306, Gyeonggi Technopark
1271-11 Sa 3-dong, Sangnok-gu
Ansan City, Gyeonggi Do
426-901
Korea
Tel. +82 31 501-1451
Fax +82 31 501-1461
info@kukakorea.com

Malaysia

KUKA Robot Automation Sdn Bhd
South East Asia Regional Office
No. 24, Jalan TPP 1/10
Taman Industri Puchong
47100 Puchong
Selangor
Malaysia
Tel. +60 3 8061-0613 or -0614
Fax +60 3 8061-7386
info@kuka.com.my

Mexiko

KUKA de México S. de R.L. de C.V.
Progreso #8
Col. Centro Industrial Puente de Vigas
Tlalnepantla de Baz
54020 Estado de México
Mexiko
Tel. +52 55 5203-8407
Fax +52 55 5203-8148
info@kuka.com.mx
www.kuka-robotics.com/mexico

Norwegen

KUKA Sveiseanlegg + Roboter
Sentrumsvegen 5
2867 Hov
Norwegen
Tel. +47 61 18 91 30
Fax +47 61 18 62 00
info@kuka.no

Österreich

KUKA Roboter CEE GmbH
Gruberstraße 2-4
4020 Linz
Österreich
Tel. +43 7 32 78 47 52
Fax +43 7 32 79 38 80
office@kuka-roboter.at
www.kuka.at

Polen

KUKA Roboter Austria GmbH
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
Oddział w Polsce
Ul. Porcelanowa 10
40-246 Katowice
Polen
Tel. +48 327 30 32 13 or -14
Fax +48 327 30 32 26
ServicePL@kuka-roboter.de

Portugal

KUKA Sistemas de Automatización S.A.
Rua do Alto da Guerra n° 50
Armazém 04
2910 011 Setúbal
Portugal
Tel. +351 265 729780
Fax +351 265 729782
kuka@mail.telepac.pt

Russland

KUKA Robotics RUS
Werbnaja ul. 8A
107143 Moskau
Russland
Tel. +7 495 781-31-20
Fax +7 495 781-31-19
info@kuka-robotics.ru
www.kuka-robotics.ru

Schweden

KUKA Svetsanläggningar + Robotar AB
A. Odhners gata 15
421 30 Västra Frölunda
Schweden
Tel. +46 31 7266-200
Fax +46 31 7266-201
info@kuka.se

Schweiz

KUKA Roboter Schweiz AG
Industriestr. 9
5432 Neuenhof
Schweiz
Tel. +41 44 74490-90
Fax +41 44 74490-91
info@kuka-roboter.ch
www.kuka-roboter.ch

Spanien

KUKA Robots IBÉRICA, S.A.
Pol. Industrial
Torrent de la Pastera
Carrer del Bages s/n
08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona)
Spanien
Tel. +34 93 8142-353
Fax +34 93 8142-950
Comercial@kuka-e.com
www.kuka-e.com

Südafrika

Jendamark Automation LTD (Agentur)
76a York Road
North End
6000 Port Elizabeth
Südafrika
Tel. +27 41 391 4700
Fax +27 41 373 3869
www.jendamark.co.za

Taiwan

KUKA Robot Automation Taiwan Co., Ltd.
No. 249 Pujong Road
Jungli City, Taoyuan County 320
Taiwan, R. O. C.
Tel. +886 3 4331988
Fax +886 3 4331948
info@kuka.com.tw
www.kuka.com.tw

Thailand

KUKA Robot Automation (M)SdnBhd
Thailand Office
c/o Maccall System Co. Ltd.
49/9-10 Soi Kingkaew 30 Kingkaew Road
Tt. Rachatheva, A. Bangpli
Samutprakarn
10540 Thailand
Tel. +66 2 7502737
Fax +66 2 6612355
atika@ji-net.com
www.kuka-roboter.de

Tschechien

KUKA Roboter Austria GmbH
Organisation Tschechien und Slowakei
Sezemická 2757/2
193 00 Praha
Horní Počernice
Tschechische Republik
Tel. +420 22 62 12 27 2
Fax +420 22 62 12 27 0
support@kuka.cz

Ungarn	KUKA Robotics Hungaria Kft. Fö út 140 2335 Taksony Ungarn Tel. +36 24 501609 Fax +36 24 477031 info@kuka-robotics.hu
USA	KUKA Robotics Corporation 51870 Shelby Parkway Shelby Township 48315-1787 Michigan USA Tel. +1 866 873-5852 Fax +1 866 329-5852 info@kukarobotics.com www.kukarobotics.com
Vereinigtes Königreich	KUKA Automation + Robotics Hereward Rise Halesowen B62 8AN Vereinigtes Königreich Tel. +44 121 585-0800 Fax +44 121 585-0900 sales@kuka.co.uk

Index

Zahlen
19" Rack 47, 71
2004/108/EG 46
2006/42/EG 45
89/336/EWG 46
95/16/EG 45
97/23/EG 46

A
Abmessungen 18
Abmessungen Griffwinkel 21
Abmessungen smartPAD Halterung 20
Absicherung 49
Achsbereich 24
Achsbereichsbegrenzung 34
Achsbereichsüberwachung 34
Akku Entladeschutz, aufheben 74
Akkus 10
Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen 36
Angewandte Normen und Vorschriften 45
Anhalteweg 24
Anlagenintegrator 26
Anschlussbedingungen 48
Anschlussfeld 7
ANSI/RIA R.15.06-2012 46
Antriebsbox 10
Anwender 27
Arbeitsbereich 24, 27
Arbeitsbereichsbegrenzung 34
Aufstell- und Einbaubedingungen 47
Aufstellhöhe 17
Automatikbetrieb 42
Außerbetriebnahme 44

B
Bedienerschutz 28, 30, 36
Begriffe, Sicherheit 24
Beschreibung des Industrieroboters 7
Bestimmungsgemäße Verwendung 23
Betreiber 25, 26
Betriebsartenwahl 28, 29
Bremsdefekt 36
Bremsenöffnungs-Gerät 34
Bremsweg 24

C
Cabinet Control Unit Small Robot 9
Cabinet Interface Board Small Robot 9, 19
CCU_SR 9
CCU_SR Funktionen 9
CE-Kennzeichnung 24
CIB_SR 19
CIB_SR Ausgänge 19
CIB_SR Eingänge 20
CIB_SR sicherer Ausgang 56
CIB_SR sicherer Eingang 55

D
DC 10
Drehkipptisch 23
Drive Configuration 10
Druckgeräterichtlinie 43, 46
Dynamische Testung 56

E
EG-Konformitätserklärung 24
Einbauerklärung 23, 24
Einspeisung 49
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 46
Elektromagnetische Verträglichkeit, EMV 47
EMV-Richtlinie 24, 46
EN 60204-1 + A1 46
EN 61000-6-2 46
EN 61000-6-4 46
EN 614-1 46
EN ISO 10218-1 46
EN ISO 12100 46
EN ISO 13849-1 46
EN ISO 13849-2 46
EN ISO 13850 46
Entsorgung 44
Externer Zustimmungsschalter Funktion 53

F
Feuchteklasse 17
Filtermatten 15
Freidreh-Vorrichtung 34
Funktionsprüfung 38

G
Gebrauchsdauer 25
Gefahrenbereich 25
Gefahrstoffe 44
Geschwindigkeit, Überwachung 33
Gewichtsausgleich 43
Grunddaten 17

H
Haftungshinweis 23

I
Inbetriebnahme 37, 71
Inbetriebnahme-Modus 40
Industrieroboter 7, 23
Instandsetzung 42

J
Justage-Referenzierung 66

K
Kennzeichnungen 35
Klimatische Bedingungen 17
Konformitätserklärung 24
KUKA Customer Support 77
KUKA Line Interface X66 65

KUKA smartPAD 18, 25
Kühlkreislauf 15
Kühlung 15

L
Ladezustand 10
Lagerung 44
Leistungsteil 7
Leitungslängen 18, 48
Lineareinheit 23

M
Mainboard D3076-K 13
Mainboard D3236-K 14
Mainboard D3236-K Schnittstellen 14
Mainboards 12
Manipulator 7, 23, 25
Manueller Betrieb 41
Maschinendaten 39
Maschinenrichtlinie 24, 45
Mechanische Achsbereichsbegrenzung 34
Mechanische Endanschläge 33
Motorleitung, Datenleitung 11

N
Netz anschließen 73
Netzanschluss 48
Netzanschluss, Technische Daten 17, 48
Netzausfall 10
Netzfilter 10
Netzleitung 11
Niederspannungs-Netzteil 10
Niederspannungsrichtlinie 24
NOT-HALT Schaltungsbeispiel 54
NOT-HALT-Einrichtung 30, 31, 36
NOT-HALT-Einrichtungen an X11 54
NOT-HALT-Gerät 30
NOT-HALT, extern 31, 38
NOT-HALT, lokal 38

O
Optionen 7, 23

P
Panikstellung 32
PE-Potentialausgleich 67
PE-Potenzialausgleich anschließen 73
Performance Level 67
Performance Level 28
Peripherieleitungen 11
Personal 26
PFH-Werte 67
Pflegearbeiten 43
PL 67
Planung 47
Positionierer 23
Power Management Board Small Robot 9
Produktbeschreibung 7
Programmierhandgerät 7, 23

R
Reaktionsweg 24
Reinigungsarbeiten 43
Resolverleitung Längendifferenz 18, 48
Robotersteuerung 7, 23
Robotersteuerung aufstellen 71
Robotersteuerung einschalten 74
Rüttelfestigkeit 18

S
SafeOperation über Ethernet-Sicherheitsschnittstelle 62
Schilder 21
Schnittstelle EtherCAT X65 66
Schnittstellen 11, 13
Schnittstellen Steuerungs-PC 12
Schutzausstattung 33
Schutzbereich 25, 27
Schutzeinrichtung an X11 54
Schutzeinrichtungen, extern 35
Schutzfunktionen 36
Schutztür Schaltungsbeispiel 54
Service Interface X69 66
Service, KUKA Roboter 77
Sicherer Betriebshalt 25, 32
Sicherheit 23
Sicherheit von Maschinen 46
Sicherheit, Allgemein 23
Sicherheits-Schnittstelle, X11 49
Sicherheitsfunktionen 28
Sicherheitsfunktionen Ethernet-Sicherheitsschnittstelle 57
Sicherheitsfunktionen, Übersicht 28
Sicherheitshalt STOP 0 25
Sicherheitshalt STOP 1 25
Sicherheitshalt STOP 2 25
Sicherheitshalt 0 25
Sicherheitshalt 1 25
Sicherheitshalt 2 25
Sicherheitshalt, extern 32
Sicherheitslogik 7
Sicherheitsoptionen 25
Sicherheitssteuerung 29
Signal Peri enabled 53
Simulation 42
Single Point of Control 44
smartPAD 26, 37
smartPAD-Kabelverlängerungen 18, 48
smartPAD-Leitung 11
smartPAD, anstecken 73
Software 7, 23
Software-Endschalter 33, 36
SPOC 44
Steckerbelegung X65 Buskoppler 66
Steckplatzzuordnung Mainboard D3076-K 13
Steckplatzzuordnung Mainboard D3236-K 14
Steuerbox 8
Steuerteil 18
Steuerungs-PC 7, 8
Steuerungs-PC Funktionen 9
STOP 0 24, 26

STOP 1 24, 26
STOP 2 24, 26
Stopp-Kategorie 0 26
Stopp-Kategorie 1 26
Stopp-Kategorie 2 26
Stopp-Reaktionen 27
Störungen 37
Stromabschaltung 10
Stromversorgung gepuffert 10
Stromversorgung nicht gepuffert 10
Support-Anfrage 77
Systemintegrator 24, 26, 27

T
T1 26
T2 26
Technische Daten 17
Tiefentladung Akku 17
Tippbetrieb 33, 36
Transport 37, 69

U
Umgebungstemperatur 17

Ü
Überlast 36
Übersicht der Robotersteuerung 7
Überwachung, Geschwindigkeit 33

V
Verbindungsleitungen 7, 23, 71
Verriegelung trennender Schutzeinrichtungen 30
Verwendung, nicht bestimmungsgemäß 23
Verwendung, unsachgemäß 23

W
Wartung 42
Wiederinbetriebnahme 37, 71

X
X11 konfigurieren und anstecken 74
X11 Steckerbelegung 50
X19 Steckerbelegung 73
X20 Steckerbelegung 72
X21 Steckerbelegung 72
X65 66
X65 Steckerbelegung 66
X66 65
X66 Steckerbelegung 65
X69 66
X69 Steckerbelegung 67

Z
Zubehör 7, 23
Zusatzachsen 23, 26
Zustimmeinrichtung 31, 36
Zustimmeinrichtung, extern 32
Zustimmungsschalter 31, 61